



FACULTAD DE CIENCIAS

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA



TRABAJO FIN DE GRADO

**DISEÑO DE EQUIPOS DE UNA ALMAZARA PARA LA EXTRACCIÓN DEL
ACEITE DE OLIVA EN LA LOCALIDAD DE MEDINA SIDONIA (CÁDIZ).**

**AUTOR:
D. JOSÉ MANUEL REYES GUERRERO**

SEPTIEMBRE, 2021



FACULTAD DE CIENCIAS
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA



TRABAJO FIN DE GRADO

**DISEÑO DE EQUIPOS DE UNA ALMAZARA PARA LA EXTRACCIÓN DEL
ACEITE DE OLIVA EN LA LOCALIDAD DE MEDINA SIDONIA (CÁDIZ).**

AUTOR:

D. JOSÉ MANUEL REYES GUERRERO

TUTOR:

**D. ENRIQUE MARTÍNEZ DE LA OSSA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

FIRMA DEL ALUMNO.

Índice general.

Documento 1: Memoria.

1. Resumen.
2. Abstract.
3. Objetivo y justificación.
4. Alcance.
5. Antecedentes.
6. Normas y referencias.
7. Requisitos de diseño.
8. Resultados finales.
9. Planificación.

Documento 2: Anexos.

1. Balances.
2. Cálculos para diseños.
3. Referencias bibliográficas.

Documento 3: Planos.

1. Termobatidora.
2. Tolva de recepción.
3. Cinta transportadora.
4. Tornillo sinfín.
5. Depósito aceite limpio.
6. Plano vista superior.

Documento 4: Pliego de Condiciones.

1. Disposiciones generales.
2. Condiciones de índole técnica.
3. Pliego de condiciones de índole facultativo.
4. Pliego de condiciones de índole económica.
5. Pliego de condiciones de índole legal.

Documento 5: Presupuesto.

1. Introducción.
2. Presupuesto de ejecución material.
3. Presupuesto de ejecución por contrata.
4. Presupuesto de ejecución general.

Documento 6: Estudio de Impacto Ambiental.

1. Introducción.
2. Contaminación acústica.
3. Contaminación ambiental.

Documento 7: Estudio de Seguridad y Salud

1. Memoria.
2. Normativa y legislación aplicables.
3. Pliego.

DOCUMENTO 1:

MEMORIA

ÍNDICE-MEMORIA:

1. RESUMEN.	4
2. ABSTRACT.	5
3. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN.	6
4. ALCANCE.	7
5. ANTECEDENTES.	8
5.1. INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE EXTRACCIÓN.	8
5.2. ETAPAS PRINCIPALES DEL PROCESO.	8
5.2.1. <i>Molienda.</i>	8
5.2.2. <i>Batido.</i>	9
5.2.3. <i>Separación de fases.</i>	9
5.3. CENTRIFUGACIÓN EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA.	11
5.4. VARIEDADES DE ACEITUNAS Y RENDIMIENTOS.	13
6. NORMAS Y REFERENCIAS.	14
6.1. NORMATIVA APLICABLE.	14
6.2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	14
7. REQUISITOS DE DISEÑO.	15
8. RESULTADOS FINALES.	16
8.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	16
8.2. DIMENSIONAMIENTO DE MÁQUINA DESPALILLADORA Y LAVADORA.	17
8.2.1. <i>Introducción.</i>	17
8.2.2. <i>Selección del equipo.</i>	17
8.2.3. <i>Balance de materia.</i>	19
8.3. DIMENSIONAMIENTO DE MOLINO DE MARTILLOS.	19
8.3.1. <i>Introducción.</i>	19
8.3.2. <i>Selección del equipo.</i>	20
8.3.3. <i>Balance de materia.</i>	21
8.4. DISEÑO DE LA TERMOBATIDORA.	21
8.4.1. <i>Introducción.</i>	21
8.4.2. <i>Número de equipos necesarios.</i>	22
8.4.3. <i>Dimensiones del equipo.</i>	22
8.4.4. <i>Encamisado del equipo.</i>	23
8.4.5. <i>Tipo de hélices y accionado de las mismas.</i>	23
8.4.6. <i>Transmisión de calor en el encamisado.</i>	24
8.4.7. <i>Soportes, cierres, aislantes y seguridad del equipo.</i>	25
8.4.8. <i>Selección de materiales.</i>	26
8.5. DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRÍFUGA HORIZONTAL.	26
8.5.1. <i>Introducción.</i>	26
8.5.2. <i>Selección del equipo.</i>	26
8.5.3. <i>Balance de materia.</i>	27
8.6. DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRÍFUGA VERTICAL.	28
8.6.1. <i>Introducción.</i>	28
8.6.2. <i>Selección del equipo.</i>	28
8.6.3. <i>Balance de materia.</i>	29
8.7. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS AUXILIARES.	30

8.7.1. Diseño de tolva de recepción.	30
8.7.2. Diseño de cinta transportadora.	32
8.7.3. Diseño de tornillo sinfín.	34
8.7.4. Dimensionamiento de bomba de trasvase de masa de aceitunas.	36
8.7.5. Dimensionamiento de bomba de trasvase de aceite sucio.	38
8.7.6. Diseño de los tanques de almacenamiento del aceite limpio.	38
8.7.7. Dimensionamiento del kit de energía solar térmica.	40
8.7.8. Dimensionamiento del tanque para alperujos y agua con impurezas.	41
8.8. SISTEMAS DE CONTROL EN LA PLANTA.	42
8.8.1. Introducción.	42
8.8.2. Zona de recepción y limpieza del fruto.	42
8.8.3. Zona de extracción.	43
8.8.4. Zona de bodega.	45
9. PLANIFICACIÓN.	46

1. Resumen.

Las distintas subidas del precio del aceite de oliva en el mercado y la disponibilidad de casi 0,7 hectáreas de terreno cultivable de suelo arenoso, que normalmente se dejaba como barbecho; impulsaron a mi familia paterna a la plantación de 330 olivos de la variedad Picual en el año 2011.

Las almazaras que prestan su servicio, de distintas formas retribuido, están en pleno auge desde hace unos años. Incluso un agricultor que consiga obtener poca cantidad de aceitunas, puede conseguir unos litros de aceite de oliva.

Unos años más tarde, cuando la producción del olivar alcanzaba rangos considerables, se crea una pequeña almazara para empezar a extraer aceite para consumo propio. Una almazara que trabaja de manera discontinua y que solo era capaz de hacer 3 moliendas de 60 kg de aceitunas cada una al día.

El bajo rendimiento de los equipos actuales y lento procesado, hacen que a día de hoy se desee agilizar el proceso de extracción, e incluso aumentar el número de olivos en la finca. Además, en caso de que sea posible prestar servicio a pequeños olivares de fincas y pueblos colindantes, se podrá hacer siempre que no afecte a la producción propia. El objetivo familiar es el abastecimiento de aceite de oliva campaña tras campaña, sin llegar a agotarse.

La almazara que se procede a dimensionar en este proyecto, será capaz de procesar casi 6 veces la cantidad de aceitunas diarias que puede llegar a procesar la que actualmente está en funcionamiento en la finca.

El cambio que se hace más notorio y ofrece la mejora de resultados, es la existencia de centrífugas, tanto vertical como horizontal, y la posibilidad de llevar a cabo todo el proceso en continuo y no realizando paradas, que conllevan a pérdidas de tiempo y bajada del nivel de producción.

Para ello, se llevarán a cabo los dimensionamientos pertinentes y se realizará un estudio económico. Quizás este último punto sea uno de los de mayor interés y decisivo para la llevada a cabo del proyecto. Será incluida información para contextualizar e intentar explicar de manera clara y concisa el funcionamiento de la planta, y la elección de posibles alternativas. Algunas de ellas con varios siglos de antigüedad en las tierras de Andalucía.

2. Abstract.

The different increases in the price of olive oil in the market and the availability of almost 0.7 hectares of arable land with sandy soil, which was normally left as fallow; encouraged my paternal family to plant 330 olive trees of the Picual variety in 2011.

The oil mills that provide their services, in different paid ways, have been booming for a few years. Even a farmer who manages to obtain a small quantity of olives can obtain a few liters of olive oil.

A few years later, when the production of the olive grove reached considerable ranges, a small oil mill was created to begin extracting oil for its own consumption. An oil mill that works discontinuously and which was only capable of grinding 180 kg of olives per day.

The low efficiency of current equipment and slow processing has led to the fact that nowadays we want to speed up the extraction process and to increase the number of olive trees on the farm. In addition, in those cases where it could be possible to serve small neighboring olive groves and towns which are extremely close, it could be done as long as it does not affect our own production. The family objective is the supply of olive oil season after season, without ever running out of the product.

The oil mill that is being dimensioned in this project will be able to process almost 6 times the amount of olives per day that can be processed by the one currently in operation on the farm.

The change that becomes more noticeable and that offers improved results, is the existence of centrifuges, both vertical and horizontal, and the possibility of carrying out the entire process continuously and not making stops, which lead to the lost of time and to the lowering of the production level.

Therefore, the pertinent dimensions and an economic study will be carried out. Perhaps this last point is one of the most interesting and decisive for the carrying out of the project. Information will be included to contextualize and to try to explain in a concise and clear way the operation of the plant, and the choice of possible alternatives. Some of them with several centuries of antiquity in the lands of Andalusia.

3. Objeto y justificación.

El presente Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo el diseño y dimensionamiento de los equipos pertenecientes a una almazara que será instalada en una finca de Medina Sidonia (Cádiz) para la extracción de aceite de oliva para consumo propio.

Se pretende cambiar el sistema de prensas actualmente en funcionamiento, por un sistema en dos fases que agilice el proceso y aumente la producción de aceite de oliva. Este aumento es necesario para que no se agote el aceite entre una campaña y otra, y para poder prestar servicio a olivares cercanos. De esta manera, aparte de obtención de aceite de oliva, se obtendrá beneficio económico; siendo este último uno de los principales objetivos de cualquier Ingeniero Químico y emprendedor.

Además se desea un mayor rendimiento de la planta, ya que en la planta actual se extrae menor cantidad de aceite al no tener los equipos adecuados para ello. Con este nuevo modelo de almazara se puede obtener este aumento de rendimiento.

Por tanto, en este conjunto de documentos se diseñarán los equipos cuyo diseño sea importante, y se dimensionarán aquellos que ya existan en el mercado como tal y su diseño se pueda considerar poco relevante.

Por último, se añadirá el Pliego de Condiciones, un estudio de presupuesto y algún estudio por cuenta propia como es el de impacto ambiental. Este último bastante importante debido a los residuos que genera el proceso.

4. Alcance.

El alcance de este Trabajo Fin de Grado no es más que el diseño y dimensionamiento de las unidades que componen la almazara de dos fases. Concretamente se diseñarán: tolva de recepción, cinta transportadora, sinfín transportador, termobatidoras y tanques para conservación del aceite de oliva. El resto de equipos, que engloban: centrífugas (vertical y horizontal), bombas de trasiego (masa y aceite), molino y limpiadora de aceitunas, serán dimensionados partiendo de un caudal de entrada de aceitunas.

Se diseñan solo las unidades que puedan ser más sencillas de fabricar en cualquier calderería o industria dedicada al sector. El resto de equipos poseen una tecnología más compleja, de manera que su diseño también lo es. Además, la fabricación de un modelo exclusivo puede hacer que sus costes sean mucho mayores.

Una vez realizada una introducción descriptiva sobre el proceso en cuestión, se añade un documento que englobará los anexos relacionados con: balances de materia, balances de energía y todos aquellos cálculos necesarios para el diseño y selección de equipos.

De la misma forma, serán incluidos el diagrama de flujo del proceso y los planos de todos aquellos equipos que hayan sido diseñados en documentos anteriores.

Para finalizar, se añaden distintos estudios, como pueden ser: estudio económico (Presupuesto) y estudio de impacto ambiental. Además de la adición de un Pliego de Condiciones necesarias para llevar a cabo la implantación del equipo y su puesta en funcionamiento.

5. Antecedentes.

5.1. Introducción al proceso de extracción.

El proceso de extracción del aceite de oliva en las almazaras siempre ha contemplado las mismas etapas en él. Sino que, los mecanismos empleados en cada una de esas etapas han ido evolucionando en el tiempo.

Las etapas más importantes del proceso son la molienda, la preparación de la pasta de aceitunas, y la separación del sólido y el alpechín del aceite de oliva. En la molienda, las aceitunas son trituradas hasta convertirse en la masa de aceitunas. Esta masa es preparada para posteriormente separar el aceite del resto de subproductos por medio de la diferencia de densidades (Hermoso et al., 2001).

A continuación, se describen cada una de las etapas del proceso y se realiza un breve recorrido por su evolución. El desarrollo de las mismas se realizará partiendo de la siguiente fuente bibliográfica: Hermoso et al. (2001).

5.2. Etapas principales del proceso.

5.2.1. Molienda.

En primer lugar, partiendo de que el aceite se aloja en forma de pequeñas gotas dentro de la aceituna, es necesario romper todos los tejidos vegetales para poder liberarlas. Para ello, se emplea un molino.

Los primeros molinos eran de piedra de granito con forma cónica, que giraban en torno a una base y que eran impulsados por tracción animal, humana y por último con motores eléctricos o de combustión.

En la actualidad, se usan molinos metálicos con motores eléctricos. Normalmente son molinos de martillos. El principal problema de estos es el depósito de pequeños trozos de metales en la masa de aceitunas. Por ello, se están usando otros molinos como pueden ser de discos o engranajes.

Cabe destacar, que antes del proceso de molienda, la aceituna es despalillada y lavada para que pase al molino lo más limpia posible. Para ello se usan lavadoras y despalilladoras, que por medio de una corriente de aire y la adición de agua cumplen su principal función de limpieza del fruto.

5.2.2. Batido.

En las primeras almazaras, esta etapa no existía. Con el tiempo se apreció que gracias al batido lento y de buena duración las gotas de aceite se unen formando unas gotas más grandes, y esto facilita el proceso de extracción. El diámetro de las gotas de aceite pasa desde las 15-30 micras a diámetros incluso superiores a las 150 micras.

Para el batido se usan recipientes con hélices de batido accionadas por motores. Además de ello, las termobatidoras reciben este nombre ya que la mayor parte de ellas están rodeadas de un encamisado que aporta la temperatura óptima a la masa de aceitunas. La temperatura óptima para ello es aquella que ronde los 30°C, siempre que no se excedan los 40°C. En caso de ello, la masa, y por consiguiente el aceite de oliva, pueden llegar a obtener aroma recalentado.

El tiempo de batido debe estar entre los 50 y 100 minutos, dependiendo del grado de maduración de las aceitunas.

En algunos casos, las almazaras utilizan sustancias coadyuvantes. Los que están autorizados por legislación nacional son el microtalco natural y las enzimas. Existen casos especiales, que reciben el nombre de “pastas difíciles” en los que se añaden un tercer coadyuvante: el agua.

5.2.3. Separación de fases.

En esta etapa se procede a la separación del aceite y el resto de componentes de la pasta. Estos últimos son el agua de vegetación (así se conoce el agua que contiene la aceituna) y el alperujo (alpechín y orujo). Para ello se usan distintos métodos:

- ✓ **Sistema de prensa con capachos.** Es el sistema más antiguo utilizado, y actualmente queda en desuso a nivel industrial. Solo se utiliza en pequeñas almazaras en las que no renta usar otros métodos de mayor envergadura y coste económico.

El sistema consta de una prensa hidráulica que oprime el conjunto de discos filtrantes (capachos) rellenos de la pasta de aceitunas previamente tratada. Cuando se aplica presión, el líquido sale de los capachos, mientras el sólido se queda atrapado entre los discos filtrantes.

Cabe destacar que este sistema necesita de una posterior decantación para separar el aceite de oliva del resto de fluidos.

Se trata de un proceso bastante lento. Pues al ser en discontinuo, existen grandes tiempos muertos en el proceso. El tiempo de prensado ronda los 60 minutos cada vez que se

empieza un nuevo prensado. Luego el tiempo de decantación en los tanques destinados a ello debe ser el adecuado para que el aceite salga lo más limpio posible.

- ✓ **Sistema de separación en tres fases.** En este caso, se sustituye la presión por la centrifugación. Para la separación de fases se usa una centrifugadora que gira a gran velocidad. A la salida del equipo se tendrá: orujo (fase sólida), fase acuosa y fase oleosa. La fase sólida es desechada de manera correcta, pues se trata de una sustancia bastante contaminante al igual que la fase acuosa de la que se habla a continuación.

La fase acuosa vuelve a ser centrifugada para separar el alpechín del agua de vegetación o añadida al proceso. Al igual, también se centrifuga la fase oleosa para separar el aceite de oliva del agua. De esta forma ya se obtiene el aceite de oliva deseado.

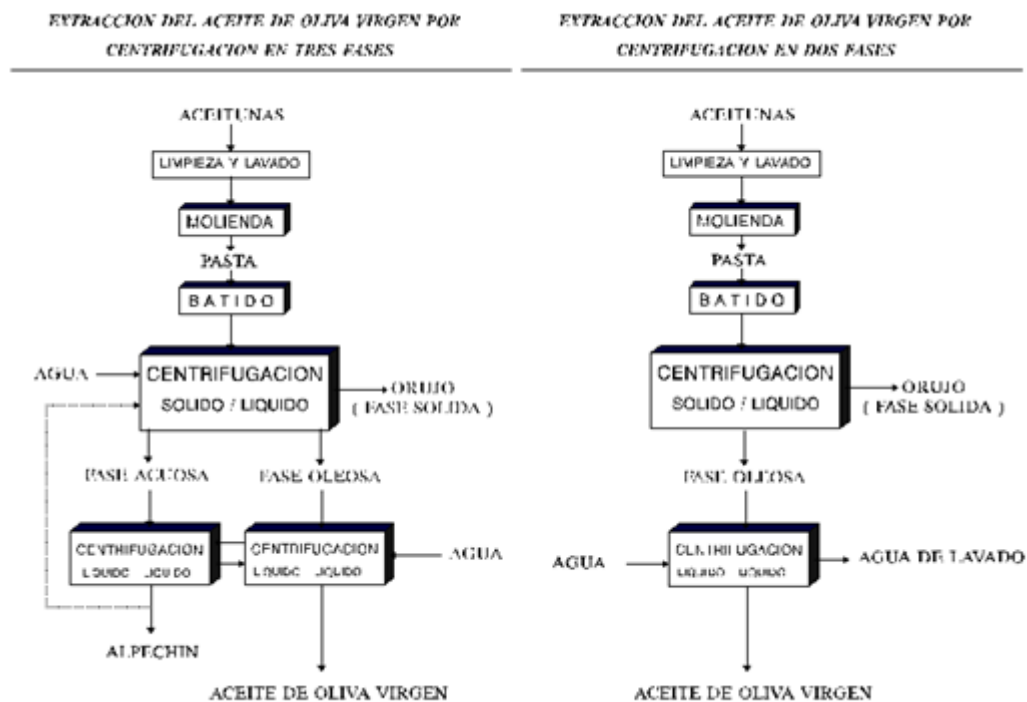


Figura 1: Comparación entre sistemas de separación por centrifugación. Fuente: Espínola (2006).

- ✓ **Sistema de separación en dos fases.** El sistema es semejante al anterior, sino que en la centrífuga horizontal o decánter se distinguen únicamente dos fases: alperujo y el aceite sucio. Tras esta primera centrífuga, se añade otra centrífuga, vertical en este caso, que con una entrada de agua de lavado limpia el aceite para dejarlo listo para el consumo humano.

5.3. Centrifugación en la extracción del aceite de oliva.

La fuerza centrífuga es aquella que tiende a separar los cuerpos sometidos a ella del eje de giro. Si se compara un decánter con la típica situación de un coche en una curva donde sus ocupantes se desvían hacia el lado contrario de la curva, el coche sería el decánter y la masa de aceitunas los ocupantes del mismo.

Por ello, partiendo de la ecuación que define a la fuerza centrífuga, se obtendrán ciertas afirmaciones sobre la tecnología de centrifugación (Hermoso et al., 2001):

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \right)^2 \cdot r$$

Donde:

- ✓ F_c : fuerza centrífuga.
- ✓ m : masa del cuerpo centrifugado.
- ✓ ω : velocidad angular.
- ✓ r : radio del cilindro.
- ✓ n : velocidad de giro del cilindro en revoluciones por minuto (r.p.m.).

Se obtienen las siguientes afirmaciones:

- 1) A mayor masa del cuerpo a centrifugar, mayor fuerza de centrifugación se generará.
- 2) El aumento de la velocidad de giro (n), conlleva a un aumento de la fuerza centrífuga generada.
- 3) El aumento del radio (r), también implica el aumento de la fuerza centrífuga.

Si se tiene una centrífuga, se pueden conocer los términos de velocidad angular y radio del mismo. Además de conocer el volumen a centrifugar. La fórmula que se describía en párrafos anteriores queda reducida de la siguiente forma (Hermoso et al., 2001):

$$F_c = m \cdot k_1 = v \cdot d \cdot k_1 = d \cdot k_2$$

La reducción consta en considerar como constante aquellos términos que no variarán. De manera que, como se puede observar, la fuerza de centrifugación va a depender de la densidad del material a centrifugar.

En el caso de la masa de aceitunas se tiene una mezcla heterogénea de orujo, aceite y alpechín. Las densidades varían desde $1,2 \text{ t/m}^3$, a las $0,916 \text{ t/m}^3$ del aceite de oliva y las $1,08 \text{ t/m}^3$ del alpechín.

Para el caso de una separación en tres fases, se crearán tres coronas circulares tal y cómo se muestran en el siguiente gráfico:

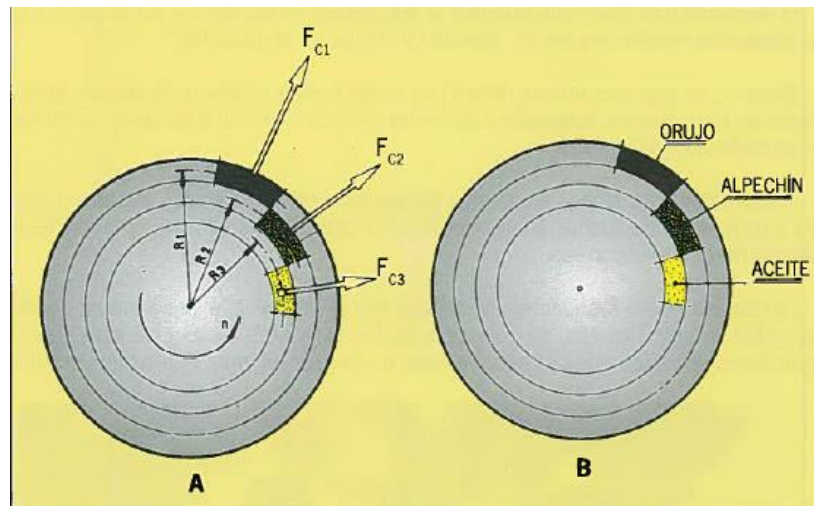


Figura 2: Disposición de las tres fases dentro del decantador centrífugo. Fuente: Hermoso et al. (2001).

El decantador centrífugo usado en las almazaras consta principalmente de un rotor con forma de cilindro tronco-cónico con un sinfín hueco en su interior. Ambos elementos consiguen el movimiento circular gracias a un motor que comparten. Con el uso de poleas y correas, se consigue que uno gire a una velocidad y otro a otra. Normalmente, se desea que el rotor gire más rápido que el sinfín hueco. El sentido de giro es el mismo, pero gracias a esta diferencia de velocidades se consigue un movimiento que hace que el sólido circule en sentido contrario a la entrada. Además del orujo, el alpechín también lo hará en el caso del sistema de dos fases.

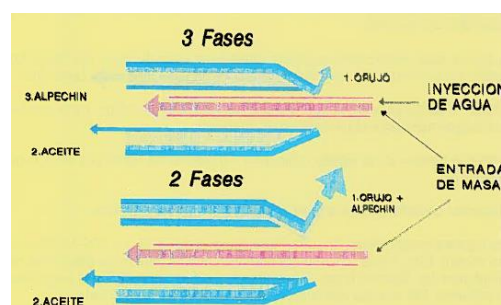


Figura 3: Recorridos de cada una de las fases dentro del decantador horizontal. Fuente: Hermoso et al. (2001).

A modo de comparación, los dos principales motivos por los cuales se decide investigar un nuevo modo de extracción son:

- ✓ Producción alta de alpechín (de 1 a 1,2 litros por kilogramo de aceitunas). Cabe destacar en esta observación el alto poder contaminante del alpechín.
- ✓ El consumo de agua también se hace notorio (0,7-0,8 litros por kilogramo de aceitunas).

Por ello, se crea el sistema de extracción en dos fases en el que se anulan las salidas de alpechín y se aumenta la distancia al eje del rotor de la salida del aceite.

5.4. Variedades de aceitunas y rendimientos.

Las variedades de olivos que pueden dar más rendimiento son aquellas que rondan el 20% de aceite de oliva. Ejemplo de ello son: Picual (variedad cultivada en la finca de este proyecto), Cornicabra, Morisca o Arbequina, entre otras.

Existen otras variedades con rendimientos intermedios (entre 15% y 20%) como puede ser la Hojiblanca o Empeltre. Y otras variedades con rendimientos más bajos como la Gordal Sevillana.

A la hora de hablar sobre rendimientos, se debe diferenciar el rendimiento bruto del neto. Cuando la aceituna es tratada en la almazara puede llegar a perder hasta cuatro puntos de rendimiento. Esto último depende de la extractabilidad de la variedad y de los equipos utilizados.

El rendimiento también depende de las condiciones climáticas (favorable climas cálidos), la carga del olivo, la densidad de plantación (aumento de rendimiento a menor densidad de plantación) y por último los cuidados del olivo (podas, abonados y control de plagas).

6. Normas y referencias.

6.1. Normativa aplicable.

- ✓ UNE 157001:2014, “Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.”
- ✓ DIN 22101, “Fundamentos de diseño de las correas transportadoras.”
- ✓ UNE 58224:1988, “Aparatos de manutención continua para graneles. Transportadores de tornillo sin fin. Reglas para el diseño de los accionamientos.”
- ✓ API 650, “Código de diseño para tanques atmosféricos de almacenamiento sobre la superficie.”
- ✓ Reglamento (CE) nº 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE.
- ✓ Reglamento (CE) nº 2023/2006 de la Comisión, de 22 de diciembre de 2006, sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos.
- ✓ ORDEN de 24 de octubre de 2003, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Andalucía para industrias de obtención de aceite de oliva.
- ✓ Manual de gestión ambiental para almazaras por la Junta de Andalucía.
- ✓ Real Decreto 861/2018, de 13 de julio, por el que se establece la normativa básica en materia de declaraciones obligatorias de los sectores del aceite de oliva y las aceitunas de mesa y por el que se modifica el Real Decreto 772/2017, de 28 de julio, por el que se regula el potencial de producción vitícola.

6.2. Referencias bibliográficas.

El conjunto de referencias bibliográficas es incluida en el siguiente documento: **“Anexo: Referencias bibliográficas”**.

7. Requisitos de diseño.

Para la elaboración del presente Trabajo Fin de Grado se usa siempre como guía la propuesta aceptada por la Comisión de Trabajos de Fin de Grados de la Facultad de Ciencias y la normativa vigente que se detalla en apartados anteriores de este mismo documento.

La entrada de aceitunas de partida será de 120000 kilogramos anuales. Si se supone que una campaña tiene 120 días de duración y 8 horas de funcionamiento diarias, el caudal másico de entrada a la planta será de 1000 kg/día o 125 kg/hora.

Dada la variedad principalmente a tratar (Picual) se establecerá la siguiente composición en las aceitunas: 25% de aceite, 45% de agua y 30% de sólidos (López y Espínola, 1995). En este sentido, considerando un rendimiento pleno, la salida de aceite será de 31,25 kg/hora. Realmente esta cantidad será menor porque es necesario eliminar impurezas.

Es necesario aferrarse escrupulosamente a la normativa por el principal motivo de que el producto final del proceso es de fines alimenticios humanos. Esto hará que a la hora de selección de materiales o diseño de ciertas unidades se deban tomar ciertas consideraciones. Por otra parte, se debe cuidar mucho los residuos generados, debido a su alto poder contaminante.

Tal y como se mencionaba en la propuesta, se hará uso de la integración energética con el fin de ahorrar toda la energía posible y hacer un buen provecho de las fuentes de calor instaladas.

8. Resultados finales.

8.1. Descripción del proceso.

Tras describir en el anterior apartado de “Antecedentes” las distintas formas de obtención del aceite oliva. Cabe destacar que el sistema elegido para el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado es el sistema de extracción en dos fases. Es elegido este sistema por las ventajas que presenta. Algunas de ellas son (Hermoso et al., 2001):

- ✓ Ahorro de agua, ya que no se usa agua en la centrífuga horizontal.
- ✓ Menor inversión económica. Las centrifugas verticales usadas a continuación son más pequeñas al existir menor cantidad de alpechín en el aceite. Al no ser necesaria agua en la centrífuga horizontal, la caldera será de menor potencia.
- ✓ La producción de alpechín es casi nula. Lo que realmente se produce es una salida de agua de lavado con escaso poder contaminante.

El diagrama de bloques del proceso para la separación en dos fases queda de la siguiente forma:

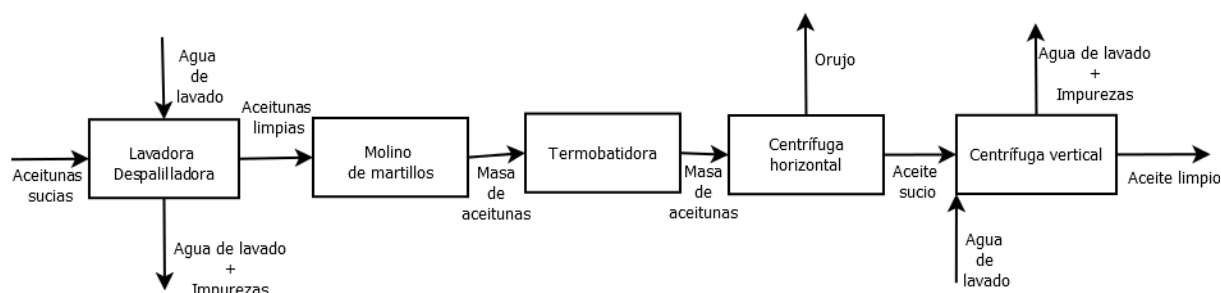


Figura 4: Diagrama de bloques almazara. Fuente: elaboración propia.

En el anterior diagrama de bloques se muestran los principales equipos que conforman la almazara y que proporcionan cambios a la aceituna. Además de estos equipos, se hace uso de otros equipos auxiliares para realizar labores de transporte, calefacción, envase y recepción de la aceituna.

Una vez presentados los equipos que componen la planta, se procede al dimensionado o diseño de cada uno de los equipos. Algunos equipos como las centrifugas, el molino o la despalilladora; basta con ser dimensionados. Pues existe un amplio stock en el mercado de equipos adaptados a las necesidades requeridas, y centrarse en su diseño no sería nada factible.

Otros equipos como tanques, tolvas, tornillos sinfines y cintas transportadoras; si pueden ser diseñados. Pues se puede ordenar su ejecución a una calderería o industria dedicada a ello.

8.2. Dimensionamiento de máquina despalilladora y lavadora.

8.2.1. Introducción.

Para proceder a la limpieza y lavado del fruto, se necesitan tres tipos de máquinas (Hermoso et al., 2001):

- ✓ Limpiadora: retiran impurezas menos pesadas que la propia aceituna y la tierra suelta. Para ello emplean corrientes de aire que retiran las impurezas poco pesadas y la tierra suelta y dejan pasar la aceituna.
- ✓ Despalilladora: retiran impurezas más grandes que la aceituna y de densidad semejante. El funcionamiento de este equipo se basa en una criba vibratoria que deja pasar la aceituna, no dejando pasar las pequeñas ramas y palillos.
- ✓ Lavadora: retiran impurezas más pesadas que la aceituna. En esta etapa se pone en contacto las aceitunas con el agua. Estas flotan mientras que el resto de impurezas más pesadas caen al fondo del agua o incluso pueden disolverse en esta.

Las impurezas no solo son tierras, hojas o piedras, sino también residuos de productos fitosanitarios o abonos, e incluso trazas de metales provenientes de la maquinaria de recolección del fruto.

El lavado de la aceituna causa una disminución de extractabilidad de la aceituna. En el lavado, el aceite es menos amargo y posee menor sabor afrutado. Por tanto, en los casos en que las aceitunas se pueden considerar limpias y en condiciones óptimas para producir buen aceite de calidad, solo se pasan por la limpiadora y despalilladora, haciendo un “bypass” en la lavadora. También sería posible hacer un pequeño lavado con agua muy limpia.

El consumo de agua de lavado va desde el 2% al 6% referido al peso de aceitunas a tratar.

Actualmente, se han desarrollado equipos que incluyen limpiadora, despalilladora y lavadora. Estos sistemas compactos ocupan menos superficie y reducen el número equipos auxiliares destinados al transporte de la aceituna.

8.2.2. Selección del equipo.

Para la selección del equipo es necesario cumplir una serie de requisitos. El primero de ellos es que el equipo debe de ser capaz de tratar el caudal de 125 kg/hora de aceitunas requerido.

Por otro lado sería conveniente buscar un equipo cuyo consumo energético y de agua se ajustara al máximo para reducir costes. Además, en el anterior apartado se comentaba sobre la existencia de equipos compactos que incluyen los tres procesos de limpieza del fruto. Si se pudiera elegir uno de estos sería bastante adecuado, ya que ocuparía mucha menor superficie y se ahorra en equipos auxiliares de transporte.

Una vez conocidos los requisitos y tras realizar una minuciosa consulta en numerosos catálogos de fabricantes, se elige el equipo compacto DLE BABY del fabricante italiano MORI-TEM s.r.l. El equipo en cuestión tiene las siguientes especificaciones:

Consumo máximo de agua (l/h)	Potencia (kW)	Producción máxima (kg/h)	Peso (kg)
50	0,75	150	125

Tabla 1: Especificaciones equipo limpieza

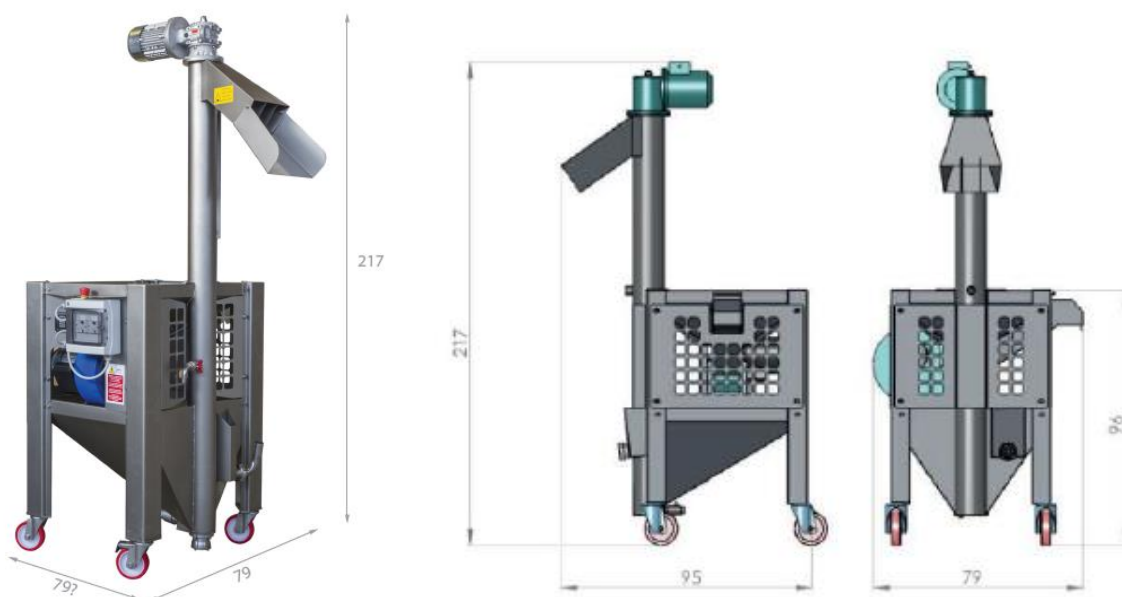


Figura 5: DLE BABY de MORI-TEM s.r.l.

Una vez elegido el equipo cabe destacar su bajo consumo eléctrico, sus pequeñas dimensiones y su caudal de trabajo. El equipo estará trabajando con el siguiente coeficiente de seguridad:

$$C.S. = \frac{\text{Producción máxima}}{\text{Producción requerida}} = \frac{150 \text{ kg/h}}{125 \text{ kg/h}} = 1,2$$

Se trabajará con un equipo con capacidad superior a la requerida. Además el caudal de agua podrá ser regulado según necesidad y suciedad de las aceitunas.

8.2.3. Balance de materia.

Para la realización de este balance se consideran dos entradas y dos salidas. Estas se describen a continuación:

- ✓ **EA:** entrada de aceitunas sucias.
- ✓ **EAL:** entrada agua de lavado.
- ✓ **SA:** salida de aceitunas limpias.
- ✓ **SAL:** salida de agua de lavado e impurezas.

Según fuentes bibliográficas se debe considerar un 3% de subproductos en la entrada de aceitunas sucias. Además, son conocidos el caudal de entrada de aceitunas sucias y el caudal de entrada máximo de agua de lavado. Con estos datos y con ayuda de los cálculos realizados en el “**Anexo: Balances de materia**” se confecciona la siguiente tabla:

Corriente	EA	EAL	SA	SAL
Caudal másico corriente (kg/h)	125	50	121	54
Porcentaje masa aceitunas (%)	97	0	100	0
Caudal másico de aceitunas (kg)	121	0	121	0
Porcentaje masa impurezas (%)	3	0	0	7,4
Caudal másico de impurezas (kg)	4	0	0	4
Porcentaje masa agua (%)	0	100	0	92,6
Caudal másico agua (kg/h)	0	50	0	50

Tabla 2: Resumen balance de materia aplicado al equipo de limpieza. Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver, se desprecian los decimales en los caudales másicos. Pues aportan poca información y pueden complicar los cálculos más adelante.

8.3. Dimensionamiento de molino de martillos.

8.3.1. Introducción.

Tal y como se explica en apartados anteriores que el aceite se encuentra en forma de gotitas dentro de los tejidos vegetales. Es por ello por lo que es necesario romper esto para que las gotas sean liberadas.

La operación de molienda de la aceituna se suele hacer normalmente con molinos de martillos en sistemas continuos, como el de este caso. Queda obsoleto el uso de molinos de piedras o rulos. Los problemas más persistentes de los molinos de martillos son: la inclusión de trazas metálicas en la pasta, la pérdida de aromas, entre otros. Actualmente, se está experimentando con otros tipos de molinos para corregir estos problemas. Ejemplo de ello son los molinos de discos o de engranajes.

Un término relevante es el grado de molienda. En los molinos de martillos este es regulable gracias al sistema de cribas que pueden ser sustituidas por otras de menor o mayor diámetro de orificios. El grado de molienda será variable dependiendo del tipo de aceituna y de su estado. A principios de campaña se usan cribas finas y cuando la aceituna está más madura se usan cribas de diámetros superiores.

Aun así se debe prestar especial atención al uso de cribas demasiado grandes, pues en estos casos se desechará bastante cantidad de aceite que enriquecerá al orujo de grasas. De la misma forma el uso de diámetros pequeños se traduce en pérdidas de aceite al bajar el nivel de extractabilidad de la aceituna.

8.3.2. Selección del equipo.

Tras revisar los tipos de molinos existentes para este fin. Se elige como el más apropiado el molino de martillos. Actualmente es el más usado y además admite caudales bajos cercanos al que se requiere en nuestra planta.

Por tanto los requisitos para la elección del molino de martillos son: caudal de 121 kg/h de aceitunas, consumo eléctrico lo más ajustado posible y fabricado en acero inoxidable con fines alimenticios.

El equipo seleccionado es el molino de martillos ETI200 que comercializa la empresa Francisco Sanahuja. Las especificaciones que reúne el equipo son las siguientes:

Capacidad máxima (kg/h)	Material de construcción	Potencia (CV)	Tensión (V)	Largo x ancho x alto (cm)
200	Acero inoxidable	2	220	90x60x95

Tabla 3: Especificaciones molino de martillos.



Figura 6: ETI200 de Francisco Sanahuja.

La capacidad del equipo seleccionado casi duplica a la necesaria. De manera que el valor del coeficiente de seguridad es de:

$$C.S. = \frac{200}{121} = 1,65$$

8.3.3. Balance de materia.

La realización de un balance de materia a esta unidad no es relevante. Pues se tiene un caudal de entrada de aceitunas que, tras un cambio físico, será igual a la salida pero convertida en masa de aceitunas lista para ser batida en la termobatidora que será diseñada en el próximo apartado.

8.4. Diseño de la termobatidora.

8.4.1. Introducción.

Con el batido se pretende la agrupación de las gotas de aceites para así crear una fase oleosa continua.

Normalmente en las almazaras industriales se usan batidoras dispuestas de manera horizontal y formada por varios cuerpos. A ello se le añade un encamisado de agua caliente que la rodea en su totalidad.

Para asegurar un correcto batido de la masa de aceitunas se debe atender a una serie de condiciones óptimas como pueden ser: el tiempo de batido, la temperatura del encamisado o el uso de coadyuvantes. De ello se habla en el apartado de “**Antecedentes**” del presente documento del Trabajo Fin de Grado.

8.4.2. Número de equipos necesarios.

Es necesario tener en cuenta que el batido de la masa puede causar una parada dentro del proceso continuo. Es por ello por lo que se debe estudiar el número de equipos a instalar. Para ello, en primer lugar se procede a determinar el tiempo de batido de la masa de aceitunas en la planta que se está diseñando.

Según Beltrán et al. (2005) los tiempos y temperaturas de batido varían según la época del año. Aun así se ven en este estudio que los mejores resultados se obtienen con batidos de 90 minutos y 30°C de temperatura, o batidos de 60 minutos y 40°C de temperatura. Como actualmente en la almazara de la finca se están llevando a cabo batidos de 90 minutos y 30°C y el rendimiento es bueno, pues se diseñará la unidad para estas últimas condiciones expuestas.

Por tanto, para no parar el proceso mientras se da el batido, se van a colocar dos termobatidoras en paralelo. Así mientras una carga y realiza el batido, la otra va descargando y finalizando el batido de la masa.

8.4.3. Dimensiones del equipo.

Para comenzar, cabe destacar que los cálculos se presentan de manera detallada en el documento “**Anexo: Cálculos para diseños**”, que se incluyen en el presente Trabajo Fin de Grado.

Para calcular las dimensiones del equipo, es necesario saber en primer lugar la masa que se inyectará en la termobatidora al cabo de 90 minutos. Esta cantidad será de 181 kg de masa de aceitunas. Por lo que, siendo la densidad de la masa de aceitunas 1060 kg/m^3 , corresponde a 171 L. Se redondea el volumen a 200 L para tener margen de seguridad.

El equipo tendrá forma de mitad de cilindro (semicilindro) y sus dimensiones son las siguientes:

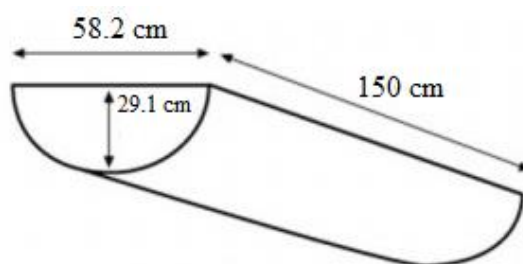


Figura 7: Geometría de la termobatidora. Fuente: elaboración propia.

8.4.4. Encamisado del equipo.

La longitud del equipo es casi tres veces mayor a la anchura con la finalidad de tener una gran superficie de transferencia de calor desde el foco caliente (agua) al foco frío (masa de aceitunas). El encamisado va a tener un radio de 53 cm y longitud de 150 cm. El volumen total del encamisado será de 464 L.

8.4.5. Tipo de hélices y accionado de las mismas.

Los tipos de hélices que actualmente están a disposición son los siguientes:


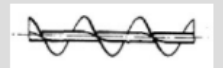
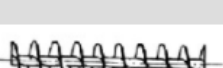
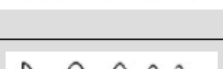
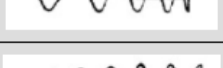
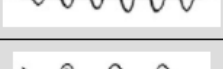


Tipo de Hélice	Tipo de Material para Transportar / Aplicación	Figura
Hélice continua, de paso igual al diámetro	Tipo de hélice normal para transporte de sólidos	
Hélice de gran paso, de 1,5 a 2 veces el diámetro	Se utiliza para productos que fluyen muy bien	
Hélice de pequeño paso, normalmente la mitad del diámetro	Se utiliza en tornillos sin fin inclinados hasta unos 20-25°, o cuando se quiere un prolongado tiempo de permanencia del producto en el transportador con el objeto de enfriarlo, secarlo, etc.	
Hélice de paso variable	Utilizado para compresión de productos, como es el caso de las prensas de tornillo.	
Hélice de diámetro variable	Se utiliza como extractor dosificador de sólidos de tolvas.	
Hélice de cinta	Tipo de hélice adecuada para productos que producen atascamiento.	
Hélice mezcladora, con dos hélices tipo cinta, uno a derecha y otro a izquierda	Se utiliza como equipo mezclador	
Hélice mezcladora, con eje provisto de paletas	Se utiliza como equipo mezclador	

Tabla 4: Tipos de hélices. Fuente: Rodríguez (2021a).

Se elige la hélice mezcladora, con dos hélices tipo cinta, uno a derecha y otro a izquierda. Cabe destacar que éste es el tipo más comúnmente usado para estos fines. La hélice tendrá un diámetro poco inferior al radio de la batidora. Por tanto, este diámetro será de 22 cm y la longitud será de 150 cm. El espesor de las hélices será de 3 mm, siendo este el normalmente utilizado para tales funciones. Según Montañó (2016), la velocidad de batido debe ser inferior

a las 20 r.p.m. En la almazara actualmente se están usando velocidades que rondan las 14 r.p.m., y el rendimiento es correcto. Por tanto este será el parámetro utilizado como velocidad de giro.

Con estos parámetros, es posible obtener la potencia necesaria para accionar la hélice mezcladora. La potencia necesaria es de 24 W. El motor eléctrico normalizado más pequeño que existe es el de 370W, de manera que este será el elegido. Realmente, el accionador elegido se va a tratar de un motorreductor. Éste gracias al reductor incluido, proporcionará una velocidad de giro a la salida de 56 r.p.m. Luego mediante un sistema de poleas serán conseguidas las 14 r.p.m. necesarias.

Tensión (V)	Velocidad de giro (r.p.m)	Potencia (W)	Diámetro eje salida (mm)
220	56	370	18

Tabla 5: Especificaciones motorreductor hélices.



Figura 8: Motor elegido.

Tras elegir el motorreductor, es momento de configurar las poleas de reducción de velocidad para pasar de las 56 r.p.m. de salida del motor a las 14 r.p.m. requeridas por la hélice. Se va a implantar una polea a la salida del motorreductor de 50 mm de diámetro y otra polea de 200 mm de diámetro en el eje de la batidora. Ambas unidas por una correa de transmisión.

8.4.6. Transmisión de calor en el encamisado.

Como se dijo anteriormente, se dispone de un encamisado de 464 L de agua. La cantidad de energía requerida para aumentar la temperatura del encamisado desde los 18 °C de temperatura ambiente a los 30°C requeridos es de 23274,24 kJ. Si se desea conseguir este

cambio de temperatura en 2 horas, se necesita una potencia de 3,23 kW. Para ello se eligen dos resistencias de 2000 W. Por tanto se tardará menos de 2 horas.

Además se incluirá un termostato al montaje para que la masa mantenga la temperatura, de manera que la resistencia se pondrá en funcionamiento cada vez que la masa pierda temperatura.

No es relevante entrar en detalles de transmisión de calor entre el agua y la masa de aceitunas. Pues se sobreentiende que la pasta de aceitunas va a tomar temperatura adecuada, nunca superior a 30°C. Y esto se debe a que está regulado por el termostato, y a que la separación entre el cuerpo de la batidora y el encamisado será de escasos milímetros potenciando la transmisión de calor.

8.4.7. Soportes, cierres, aislantes y seguridad del equipo.

Se procede a diseñar los soportes del equipo. En primer lugar se eligen las patas de soporte. Las patas tendrán 1 metro de altura y se tratarán de perfiles angulares de 300x300 mm y 40 mm de espesor. Además un marco unirá las patas del equipo. El segundo soporte a diseñar será el del motor, tratándose de una base de chapa de 40 mm de espesor soldada a las patas de la batidora y anclada con dos escuadras con nervios de refuerzo. El último soporte a diseñar será el perímetro superior de la batidora. Se trata de realizar el marco rectangular de la batidora con perfiles iguales a los de las patas. A partir de este marco se podrá dar forma al cuerpo de la batidora y a la vez consistencia.

Otros soportes importantes son los rodamientos encargados de sostener y propiciar facilidad en el giro a la hélice mezcladora. Se usarán rodamientos adecuados al diámetro de la hélice y conteniendo los retenes y juntas pertinentes para evitar el escape de líquidos y calor.

Ahora, dando lugar al diseño de cierres, se va a diseñar la tapadera del equipo. Se tratará de una plancha de 2 mm de espesor anclada al cuerpo de la batidora con 2 bisagras, pues esta no tendrá que soportar ningún peso y con ese espesor será suficiente para evitar deformaciones. Además incluirá un soporte a modo de tirador para poder abrir y realizar controles visuales e incluso tomas de muestras. Esta cubierta irá rodeada perimetralmente por un aislante térmico para evitar pérdidas de calor en el batido de la masa. También se incluirá una tapadera a la zona de las poleas con el objetivo de la seguridad de los operarios. Tendrá las mismas dimensiones del lateral formando como una especie de encamisado que cubra todo, a excepción del respiradero del motor eléctrico.

El cuerpo del encamisado llevará una capa de material aislante para evitar pérdidas de calor con el medio, y además para la propia seguridad de los operarios.

Por último cabe destacar otros elementos de seguridad como fusibles eléctricos para subidas espontáneas de corriente, toma de tierra e interruptor seta de parada de emergencia, entre otros.

8.4.8. Selección de materiales.

Dado que se trata de un equipo que estará en contacto con productos con fines alimenticios para el consumo humano, no es permisible que este equipo esté fabricado en cualquier material. Para ello el mejor material será un acero inoxidable que se use frecuentemente para estos fines. Este es el caso de los siguientes tipos de aceros: AISI 304, AISI 316 y AISI 430. El primero de ellos puede sufrir graves picaduras en ciertos casos. Los otros dos restantes tienen cualidades parecidas, aunque el AISI 430 es algo más económico al tener contenido de níquel más bajo.

En este caso se va a seleccionar el acero inoxidable AISI 316. Este será empleado en las planchas de 2 mm de espesor del cuerpo de batidora y del encamisado. El espesor teórico calculado es de 0,623 mm. De esta forma, el coeficiente de seguridad será algo menor de 4 unidades. En los perfiles angulares de los soportes también será usado, al igual que en el soporte del motorreductor. Por último la tapa del equipo será también una pieza de este acero de 2 mm de espesor. La hélice mezcladora debe estar fabricada también en este tipo de material.

Respecto al aislante térmico, se usará un aislante reflexivo de 5 mm de espesor. Con este tipo de material será suficiente para aguantar la temperatura el máximo tiempo posible. Además es un producto fácil de conseguir en las empresas dedicadas a su venta o producción.

8.5. Dimensionamiento de la centrífuga horizontal.

8.5.1. Introducción.

Como ya se describía en el apartado de “**Antecedentes**”, existen dos tipos de separación sólido-líquido: pudiendo ser esta en dos o tres fases. Para este proyecto se selecciona el sistema de dos fases por motivos que fueron explicados anteriormente. En este caso, entrará por un lado la masa de aceitunas y serán obtenidos dos efluentes: uno con el alperujo y otro con el aceite sucio.

8.5.2. Selección del equipo.

Se debe buscar un equipo que opere a bajos caudales. Quizás este sea el requisito más complicado. Aun así, se selecciona la centrífuga vertical IL MOLINETTO de la empresa

italiana PIERALISI. Cabe destacar que su producción máxima es de 250 kg/hora de masa de aceitunas. Por tanto, se estará operando con un coeficiente de seguridad superior a dos unidades. El resto de especificaciones y dimensiones se exponen en la siguiente tabla y figura:

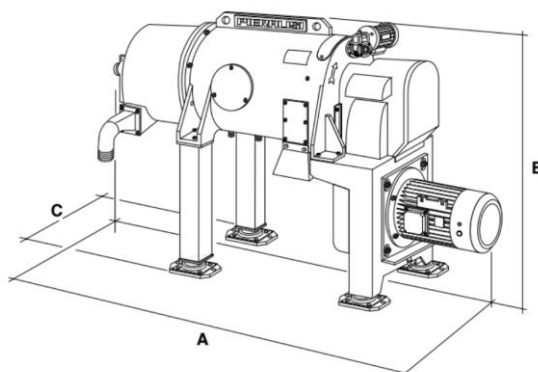


Figura 9: Esquema decantador horizontal.

A (m)	B (m)	C (m)	Peso (kg)	Potencia motor (kW)	Potencia rascador (kW)
1,70	1,09	0,65	500	5,5	0,18

Tabla 6: Especificaciones centrifugadora horizontal.

8.5.3. Balance de materia.

Para la realización del balance de materia, se va a considerar una entrada y dos salidas, tal y como se expone en la siguiente tabla:

Corriente	Entrada pasta de aceitunas	Salida orujo	Salida aceite sucio
Caudal másico corriente (kg/h)	121	91	30
Porcentaje aceite sucio (%)	25	0	100
Caudal másico aceite sucio (kg)	30	0	30
Porcentaje alperujo (%)	75	100	0
Caudal másico alperujo (kg)	91	91	0

Tabla 7: Resumen balances de materia centrífuga horizontal.

Se muestran de manera más completa los cálculos en el apartado de “**Anexos: Balances de materia**”.

8.6. Dimensionamiento de la centrífuga vertical.

8.6.1. Introducción.

A la salida de la centrífuga horizontal del sistema de dos fases se obtiene aceite con humedad y sólidos. Las centrífugas verticales tienen una velocidad de giro muchísimo mayor a la que gira la centrífuga horizontal. Gracias a esto es posible extraer estas impurezas.

Los aceites obtenidos en sistemas de dos fases tienen un amargor algo superior debido a la posesión de una mayor cantidad de polifenoles. Según la cantidad y temperatura del agua, la cantidad de polifenoles puede ser rebajada en parte.

8.6.2. Selección del equipo.

Encontrar un equipo que trabaje a caudales tan bajos a altas velocidades de giro es bastante complejo. Aun así, se marcará como principal requisito la aptitud para trabajar un caudal de 30 kg/hora de aceite sucio.



Figura 10: Centrífuga vertical.

El equipo que comercializa la empresa italiana PIERALISI, bajo el modelo denominado CUCCIOLO, es el que más se adapta a los requisitos necesarios. Además siendo su capacidad de procesamiento de 250 kg/hora, se trabaja con un coeficiente de seguridad de 8,13 unidades. Se detallan sus especificaciones en la siguiente tabla:

Potencia (kW)	Largo x Ancho x Alto (cm)	Peso (kg)	Tensión (V)	Velocidad (r.p.m.)
2,2	111,1 x 68,5 x 119,2	330	220/380	6900

Tabla 8: Especificaciones centrífuga horizontal CUCCIOLO.

Tras comprobar unos ensayos realizados, se procede a fijar el caudal y temperatura de agua de la centrífuga. Los resultados de estos ensayos realizados se muestran en la siguiente figura, extraída de la bibliografía:

**INFLUENCIA DE LA CANTIDAD Y TEMPERATURA DEL AGUA AÑADIDA EN LA
C.V. SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ACEITES**

ACEITE CENTRIFUGA VERTICAL								
Indice	Aceite Decánter	Agua/Aceite Temperatura	1: 1			1,5: 1		
			30	40	50	30	40	50
Polifenoles	605		495	463	444	434	422	411
K225	0,38		0,31	0,30	0,29	0,30	0,28	0,26
Estabilidad	23,10		21,25	21,70	19,05	18,50	18,85	17,30

Figura 11: Estudio sobre centrífuga vertical. Fuente: Hermoso et al. (2001).

Tras analizar las alternativas del estudio, se elige usar 1,5 litros de agua por cada kilogramo de aceite sucio y una temperatura de 30 °C. De esta manera, se consigue bajar el nivel de polifenoles y rebajar el amargor del aceite.

8.6.3. Balance de materia.

Para la realización del balance de materia, se van a considerar dos entradas y dos salidas, tal y como se expone en la siguiente tabla inferior.

Al igual que en apartados anteriores los cálculos relacionados con los balances de materia se podrán consultar de manera más desarrollada en el apartado de “**Anexos: Balances de materia**”.

Corriente	Entrada aceite sucio	Entrada agua de lavado	Salida agua + impurezas	Salida aceite limpio
Caudal másico corriente (kg/h)	30	45	46	29
Porcentaje aceite limpio (%)	97	0	0	100
Caudal másico aceite limpio (kg/h)	29	0	0	29
Porcentaje impurezas (%)	3	0	2,17	0
Caudal másico impurezas (kg/h)	1	0	1	0
Porcentaje agua de lavado (%)	0	100	97,83	0

Caudal másico agua de lavado (kg/h)	0	45	45	0
--------------------------------------------	---	----	----	---

Tabla 9: Resumen balances de materia en la centrífuga vertical.

8.7. Diseño y dimensionamiento de equipos auxiliares

8.7.1. Diseño de tolva de recepción.

8.7.1.1 Introducción.

La tolva de recepción será el dispositivo en el que se descarguen las aceitunas provenientes de los olivares, que vendrán envasadas en cajas, sacos e incluso pequeños remolques.

8.7.1.2. Número de equipos necesarios.

Se ha de tener en cuenta que la cantidad máxima de aceitunas que podrán ser procesadas es de 1000 kg al día, por ello, se va a diseñar una sola tolva de 1050 kg de capacidad.

8.7.1.3. Dimensiones del equipo.

En alusión a la geometría del depósito, cabe destacar que se tratará de una tolva de forma cilíndrica con final troncocónico. Además esta no necesitará de soportes ya que irá embutida en el suelo de hormigón del exterior de la planta.

Además, siendo la densidad de las aceitunas de 1,3 toneladas/m³ y teniendo en cuenta los espacios vacíos, el volumen del que debe disponer el equipo será de 1,35 m³. Mediante el uso de ecuaciones relacionadas con el volumen geométrico y con el caudal de salida, para el cual se considera flujo tubular, se obtienen las dimensiones del equipo:

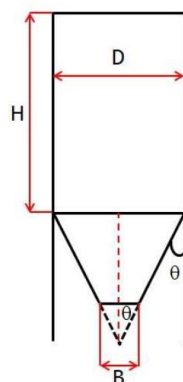


Figura 12: Parámetros geométricos de la tolva de recepción.

Donde:

- ✓ D: diámetro del cilindro de la tolva.
- ✓ H: altura cilindro de la tolva.

- ✓ B: diámetro salida.
- ✓ Θ : ángulo de inclinación cono salida.

Se supone un diámetro de 1,5 metros, ya que los remolques típicos de automóviles suelen rondar los 1,3 metros de anchura. La salida tendrá 5,3 cm de diámetro para obtener el caudal de 125 kg/hora requerido. Por tanto la altura del cilindro será de 33 cm. Se considerará $\Theta = 30^\circ$. Los cálculos se pueden ver con más detalle en el apartado de **“Anexos: Cálculos para diseños”**.

8.7.1.4. Tapas del equipo.

El equipo incluye tapa superior de rejillas. Esto tiene diversas funciones como son: evitar caídas dentro de la tolva de personas, animales u objetos, separar las ramas y piedras más grandes antes de entrar al proceso, y posibilidad de facilitar la descarga de las aceitunas. Se tratará de una rejilla circular formada por círculos de diámetro descendente con una separación de 10 cm entre círculos.

La tapa inferior se tratará de una chapa de 4 mm con varios taladros de 1 cm de diámetro para dejar salida al agua de lluvia u otros fluidos. Esta tapa se acciona manualmente al estar sujeta por un solo punto que permite su giro de apertura.

8.7.1.5. Equipos auxiliares.

Se dedica este apartado a la inclusión de un motor vibrador a la salida de la tolva. La diferencia entre el diámetro de partícula y el diámetro de salida es tan baja que puede llegar a propiciar atascos a la salida. Para ello se incluye un motor que es anclado a la chapa en la zona de salida y transmite vibración evitando el atasco. El motor elegido se trata de un motor monofásico con una potencia de 130 W, que gira a 3000 r.p.m., dando una fuerza centrífuga de 197 kg. Se muestra en la siguiente figura:



Figura 13: Motor vibrador para tolvas.

8.7.1.6. Selección de materiales y espesores de chapa.

Para este equipo se elegirá acero inoxidable pero de carácter menos exigente que en la termobatidora, por ejemplo. Este equipo se ubicará en el exterior y a él las aceitunas llegan enteras. Además se debe tener en cuenta que inmediatamente las aceitunas harán su paso por la lavadora. Por ello el acero seleccionado es el acero AISI 304, también inoxidable pero más económicamente asequible al tener menor contenido en cromo y níquel.

El espesor de chapa teórico según los cálculos para el acero AISI 304, es de 0,010 mm. El valor es muy bajo, pues se está depositando poca masa para un material tan resistente. Asimismo, teniendo en cuenta la corrosión que puede crear las arenas que porten las aceitunas y otros fenómenos ambientales del lugar, el espesor de chapa debe ser aumentado.

Normalmente las tolvas para estos fines usan espesores de 4 mm, así que este será el elegido. Además debe sostener parte del peso de aquello que sea colocado encima durante la descarga. De manera que se estará trabajando con un coeficiente de seguridad de más de 300 unidades.

8.7.2. Diseño de cinta transportadora.

8.7.2.1 Introducción.

La cinta transportadora será el mecanismo de transporte encargado de trasladar las aceitunas desde la tolva de recepción hasta la máquina limpiadora. Por tanto será la encargada de llevar las aceitunas desde el patio exterior de la planta al interior de la planta.

Las cintas transportadoras son mecanismos que constan de bandas que giran gracias al movimiento rotatorio de cilindros que son accionados por un motor. Cuando se requiere transportar con ángulos elevados, se usan cintas con pestañas onduladas que aguantan el material y no resbale en dirección contraria. Este último caso es el que se da en las almazaras.

Además de rodillos y bandas, las cintas de transporte incluyen un dispositivo de limpieza normalmente tras la zona de descarga. La intensidad de esta etapa de limpieza puede requerir potencias motrices superiores.

8.7.2.2. Dimensiones del equipo.

Por otro lado, partiendo de que la distancia en línea recta entre la tolva y la limpiadora es de 10 metros, y que la diferencia de alturas entre la salida de la tolva y la entrada de la máquina limpiadora es de 2,1 metros, se obtienen los siguientes parámetros resultantes de los cálculos que pueden verse desarrollados en el apartado de **“Anexos: Cálculos para diseños”**:

- ✓ Longitud de la banda, $L=10,22$ metros
- ✓ Inclinación de la banda, $\varphi=11,86^\circ$
- ✓ Ancho de la banda, $B=0,4$ metros
- ✓ Área de la sección transversal del material transportado, $A=0,014 \text{ m}^2$
- ✓ Ángulo de reposo, $\beta = 15^\circ$
- ✓ Ángulo de artesa, $\lambda = 30^\circ$
- ✓ Longitud de los rodillos, $l=0,15 \text{ m}$

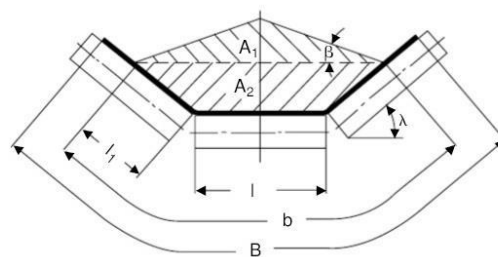


Figura 14: Parámetros de dimensionamiento de la cinta. Fuente: Rodríguez (2021b).

Por otro lado, partiendo del caudal de 121 kg/hora requerido, se calcula que la velocidad de la cinta será de 0,002 m/s.

8.7.2.3. Potencia y elección del motor.

La potencia teórica necesaria es de 2,62 W; considerando los porcentajes de rendimiento del motor y caja reductora, se puede decir que la potencia ronda los 3 W.

El motorreductor seleccionado tiene una velocidad de salida de 56 r.p.m. Se trata del mismo usado en la termobatidora. En el apartado de diseño de la termobatidora, se pueden ver sus especificaciones.

8.7.2.4. Caracterización de la banda, tambor motriz y poleas de reducción.

Según los cálculos realizados, el diámetro del tambor motriz es de 13,6 cm. Como la medida normalizada más cercana es de 20 cm (norma DIN-22101), será esta la elegida. La velocidad de giro será de 0,191 r.p.m.

Con los datos anteriores se calculan las poleas necesarias. Se colocará una polea en el eje del motor de 20 mm de diámetro y una polea de 234,6 mm de diámetro en el tambor motriz. En medio de ambas se insertará una polea de doble canal: con un canal de 500 mm de diámetro y otro de 20 mm de diámetro.

La banda deberá tener una resistencia a la tracción teórica de 75,75 N/mm. Se tomará una de las resistencias normalizadas más cercanas, siendo esta 126 N/mm. De esta manera, se trabajará ante un coeficiente de seguridad de 1,68.

8.7.2.5. Selección de materiales.

El material usado por excelencia en el sector de la aceituna es el PVC. Es un material que se adapta a los requisitos y que no tiene un coste demasiado elevado. Será el elegido en nuestro proyecto.

Respecto a rodillos y tambores se empleará acero inoxidable AISI 304. También será usado para el armazón. Se debe usar este tipo de material para que soporte las condiciones climatológicas, ya que la cinta estará en el exterior en su mayor parte.

8.7.2.6. Sistema de limpieza y protecciones.

Se añade un sistema de limpieza que consta de un sistema de celdas fijas y agua pulverizada. De manera que mientras la cinta va girando se va limpiando al pasar por las celdas.

Las protecciones utilizadas serán: tapadera para cubrir poleas y correas en PVC, botón de parada de emergencia, y como medida preventiva, el motor irá colocado en el extremo en que el equipo se encuentre bajo techo.

8.7.3. Diseño de tornillo sinfín.

8.7.3.1 Introducción.

Será el mecanismo de transporte encargado de trasladar la masa de aceitunas desde el molino de martillos hasta la termobatidora. Por tanto, la aceituna está más desprotegida al no presentar la piel y se deben extremar los cuidados.

Los tornillos sinfines son mecanismos que constan de un tubo con un tornillo sinfín en su interior, que gira sin cambiar de posición transportando el material en cuestión a través de su paso de tornillo.

Para la realización del diseño se sigue la norma UNE 58224:1988, “Aparatos de manutención continua para graneles. Transportadores de tornillo sinfín. Reglas para el diseño de los accionamientos”.

8.7.3.2. Dimensiones del equipo.

Dada la distancia entre el molino y la termobatidora es de 1,5 metros, y que la diferencia de alturas a alcanzar es de 1 metro, se puede obtener el diámetro del tubo. Este diámetro teóricamente es de 6,3 cm, aunque se utilizará un diámetro de 7 cm para trabajar con margen de seguridad.

Según el tipo de hélice elegido, se sabrá el paso del tornillo. El tipo de hélice se elige muestra en la siguiente figura:




Tipo de Hélice	Tipo de Material para Transportar / Aplicación	Figura
Hélice continua, de paso igual al diámetro	Tipo de hélice normal para transporte de sólidos	
Hélice de gran paso, de 1,5 a 2 veces el diámetro	Se utiliza para productos que fluyen muy bien	
Hélice de pequeño paso, normalmente la mitad del diámetro	Se utiliza en tornillos sin fin inclinados hasta unos 20-25°, o cuando se quiere un prolongado tiempo de permanencia del producto en el transportador con el objeto de enfriarlo, secarlo, etc.	

Figura 15: Elección tipo de hélice.

Se elige la hélice de gran paso, ya que es un producto que fluye bastante bien. Se elige un paso de 1,8 veces el diámetro. Por tanto el paso será de 12,6 cm.

8.7.3.3. Potencia y elección del motor.

Según los cálculos detallados en el documento “**Anexos: Cálculos para diseños**”, la potencia teórica necesaria es de 9 W. La velocidad de giro será de 65 r.p.m. Por tanto será necesaria la incorporación de un motorreductor, siendo el utilizado el mismo que se usa en la termobatidora o en la cinta de transporte. Las especificaciones del mismo ya se muestran en apartados anteriores.

8.7.3.4. Caracterización de engranajes de reducción.

Para este caso se usará engranajes con poleas dentadas. Al no ser muy grande la diferencia de velocidades, no se necesita de grandes mecanismos de engranajes. Tan solo es necesario un engranaje de 20 dientes en el eje del motorreductor y otro de 17 dientes en el eje de giro del tornillo.

8.7.3.5. Selección de materiales.

Tal y como se presentaba en la introducción, la masa de aceitunas debe ser tratada con más delicadeza al estar más desprotegida. Por tanto, se utilizará acero inoxidable AISI 316 (al igual que en la termobatidora) que presenta características más adecuadas para productos de uso alimenticio. Será el material elegido tanto para el tornillo, el canalón y los soportes.

8.7.3.6. Soportes y protecciones.

Se empleará como soportes del canalón barras de acero macizas de 20x20 mm de manera que el tornillo forme el ángulo deseado y se incluye un eje con dos ruedas, para posibles movimientos con finalidades de uso en otro lugar, limpieza, etc.

El soporte del motor será una plancha de 4 mm de espesor unida al propio canalón, e incluyendo los taladros pertinentes para anclar el motor por las bridas.

Respecto a protecciones, se incluye una carcasa en PVC para cubrir los engranajes y botón de parada de emergencia.

8.7.4. Dimensionamiento de bomba de trasvase de masa de aceitunas.

8.7.4.1 Introducción.

Normalmente las bombas usadas para este tipo de aplicaciones son las bombas de pistón, aunque hay infinidad de tecnologías de bombeo.

En este caso, se requiere una bomba para transportar la masa de aceitunas desde la termobatidora a la centrífuga horizontal, donde se realizará la separación sólido-líquido.

8.7.4.2. Selección del equipo.

Los requisitos a tener en cuenta para la selección del equipo son: el caudal de 121 litros/hora, la viscosidad de la masa de aceitunas y la presencia de aceite en la misma.

A la hora de dimensionar bombas, un requisito indispensable debe ser la altura requerida NPSHr o la altura disponible NPSHd (del inglés, *Net Positive Suction Head*). En este caso, no se hace alusión a ello ya que las diferencias de alturas entre los equipos no suelen sobrepasar la

unidad de metro de altura. Además las pérdidas de carga en tan poco recorrido se pueden considerar como dato irrelevante.

El equipo seleccionado se trata de una bomba de rodete flexible. Esta tecnología de bombeo trata de un rodete de material flexible que gira en el interior de un cilindro transportando el material entre las aberturas del rodete.



Figura 16: Rodete flexible.

El equipo seleccionado es el modelo EURO 30 del fabricante CME. Las especificaciones propias del equipo se muestran en la siguiente tabla:

Potencia (kW)	Velocidad de giro (r.p.m.)	Caudal (m ³ /h)	Dimensiones (mm)
1,1	0-780	0-5,2	740x400x650

Tabla 10: Especificaciones bomba rodete flexible.



Figura 17: EURO 30 de CME.

8.7.5. Dimensionamiento de bomba de trasvase de aceite sucio.

8.7.5.1 Introducción.

Será necesaria otra bomba para transportar el aceite desde la centrífuga horizontal a la centrífuga vertical. Cualquier tipo de bombeo será viable para esta función, aun así los más utilizados son bombas de pistón o peristálticas.

8.7.5.2. Selección del equipo.

Los requisitos necesarios son un caudal de 33 litros/hora aproximadamente y ser adecuada para uso con aceites y fluidos viscosos.

Se va a usar una bomba peristáltica, ya que son las más fácilmente regulables en caudal y trabajan a caudales bajos en su inmensa mayoría. Las bombas peristálticas son bombas que poseen rodillos o zapatas que aprietan un tubo flexible, y mediante giro van transportando el fluido por el interior del tubo flexible.

El equipo elegido se trata del modelo MP-3 del fabricante DAMOVA. Sus especificaciones se muestran a continuación:

- ✓ Caudal: 16 - 103 (L/h)
- ✓ N° de vueltas: 35-118 r.p.m.
- ✓ Potencia: 92 W
- ✓ Tensión: 230 V (monofásico)
- ✓ Peso 6 Kg



Figura 18: MP-3 de DAMOVA.

8.7.6. Diseño de los tanques de almacenamiento del aceite limpio.

8.7.6.1. Introducción.

En este apartado se llevará a cabo el diseño de los tanques de almacenamiento de aceite limpio para posteriormente ser envasado.

El aceite debe estar a unos 18-20°C para intentar atenuar su sabor picante o amargo. Como se indicaba anteriormente los aceites provenientes de la extracción en dos fases suelen ser más amargos (Hermoso et al., 2001).

8.7.6.2. Número de equipos.

La producción diaria esperada es de 240 litros. Se diseña una línea de 3 depósitos de 1000 litros cada uno. De esta forma se podrá almacenar el aceite de 12 días aproximadamente. Además se dispondrán los aceites separados de manera que si en algunos de los tanques se da el caso de aceite no viable para el consumo, solo se desecharía el contenido de un tanque y no el contenido de varios tanques.

8.7.6.3. Dimensiones del tanque.

El tanque tendrá geometría cilíndrica con final cónico. Las cotas se muestran a continuación en la figura:

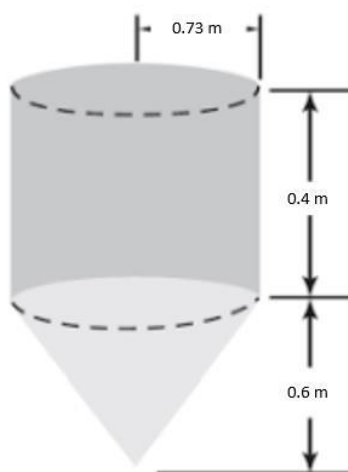


Figura 19: Dimensiones tanque aceite limpio.

Como soporte dispondrá de 4 patas realizadas en perfiles angulares de 10x10 cm y 40 mm de espesor. El espesor de chapa del tanque y tapadera será de 3 mm. Conocido el espesor teórico de medio milímetro aproximadamente, se puede decir que se está ante un factor de seguridad de 6 unidades aproximadamente.

El equipo dispondrá de 3 válvulas de salida. Todas de bola y en acero inoxidable para uso alimentario. Estarán dispuestas de la siguiente forma: una en el fondo, una a mitad de altura y otra a 0,75 cm del fondo.

8.7.6.4. Selección de materiales.

Una vez más el material elegido será el acero inoxidable AISI 316 para todas las partes del tanque, incluida la tapa y soportes.

8.7.7. Dimensionamiento del kit de energía solar térmica.

8.7.7.1. Introducción.

Existe la necesidad de agua caliente sanitaria (ACS) para algunas de las etapas del proceso. El encamisado de la termobatidora llevará agua que puede ser recalentada varias veces y, al no tener contacto con la masa de aceitunas no será preocupación el estado del agua. Por otro lado, la centrífuga vertical usará un caudal de 45 litros/hora, y ésta si estará en contacto con la masa de aceitunas. Por tanto, se necesitará agua potable caliente que recibe el nombre de ACS.

Existen muchas formas de calentar el agua a utilizar, ya sean calderas eléctricas o de gas, energía solar térmica, intercambiadores de calor, etc.

8.7.7.2. Selección del equipo.

Será empleado un kit de energía solar térmica. Con esta elección, la planta es engrandecida respecto a inversión energética. Además, una vez recuperada la inversión inicial, se ahorrará en gastos relacionados con el calentamiento del agua.

El agua necesaria en una jornada entera de trabajo (8 horas) será algo menor a 400 litros. Por tanto se va a necesitar un kit que sea capaz de asegurar dicho volumen de ACS.

El equipo seleccionado se trata de un kit con 3 captadores solares y un acumulador de 400 litros. Se trata de un modelo de la reconocida marca Junkers. Se incluye imagen a continuación:

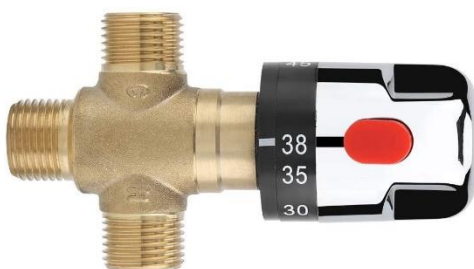


Figura 20: Kit solar térmico.

8.7.7.3. Equipamientos auxiliares.

Será necesario disponer de un segundo equipo para aquellos días en que la incidencia solar sea mínima y no se produzca un correcto calentamiento del ACS. Para ello se instala una caldera de gas propano/butano para ponerla en uso en estos días.

Para que la temperatura de llegada a la centrífuga vertical sea la adecuada, se necesitará un regulador de temperatura y caudal. Para ello se usa una válvula de mezcla termostática y una válvula de bola para regular el caudal. Se añade una figura del primer tipo de válvula:

**Figura 21:** Válvula de mezcla termostática.

8.7.8. Dimensionamiento del tanque para alperujos y agua con impurezas.

8.7.8.1. Introducción.

El alperujo proveniente de la centrífuga horizontal es un subproducto altamente contaminante, que debe ser retirado por empresas específicas para ello para su posterior tratamiento o extracción de aceites refinados.

Por otra parte, el agua con impurezas proveniente de la centrífuga vertical debe ser introducida en algún envase para su reciclaje.

8.7.8.2. Selección de los equipos.

Se instalarán 3 depósitos de 5000 litros cada uno fabricados en polietileno. Dos de ellos destinados al alperujo y otro destinado al agua de lavado e impurezas. Se añade una figura a continuación:



Figura 22: Depósitos para subproductos.

8.8. Sistemas de control en la planta.

8.8.1. Introducción.

Todo tipo de acción de control que pueda ser añadida a la planta, servirá de ayuda para intentar automatizar al máximo la planta. Aunque sí que es cierto, que la mayoría del control lo llevará a cabo el maestro almazarero de manera visual y manual.

Se procede a dividir el control de la planta por partes, para poder dar una descripción más detallada del mismo.

8.8.2. Zona de recepción y limpieza del fruto.

Existirá una caseta en el patio de recepción donde se disponga de todo el material de control e informático necesario. Se designarán varios puntos de control en la zona:

- ✓ Según el grado de suciedad de la aceituna según su procedencia (suelo, árbol, barrizales, etc.), cuando esta se introduce al equipo limpieza se deberá elegir si lavarla o si una vez deshojada, se hace pasar por un bypass sin llevarse a cabo el proceso de lavado. De esto mismo se habla en apartados anteriores.
- ✓ Los equipos de la zona de recepción y limpieza dispondrán de alarmas que en caso de fallo en los motores, se detengan automáticamente los equipos predecesores para evitar el colapso de la planta. Además, si las intensidades de los motores sobrepasan de los valores umbrales serán parados automáticamente por seguridad.
- ✓ La suciedad del agua de la lavadora será controlada por un densímetro. Cuando la densidad supere el valor admitido, el agua será cambiada. Además cuando sea necesaria

usar agua muy limpia, será el densímetro el encargado de aportar la información acerca de la limpieza del agua.

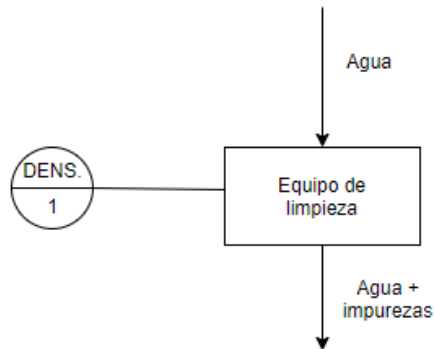


Figura 23: Lazo de control equipo limpieza.

8.8.3. Zona de extracción.

También existirá en esta zona una cabina con todos los elementos de control necesarios, y desde donde se podrá controlar cualquier fallo o suceso ocurrido en la planta. Se designarán varios puntos de control en la zona:

- ✓ Los transportadores sinfines se regularán en velocidad según la intensidad a la que esté trabajando el molino. En moliendas de mayor intensidad se producen sobrecargas de aceitunas. Para no crear cuellos de botella se reduce la velocidad del sinfín que proviene e incorpora la máquina lavadora. Además se reduce la velocidad de la cinta transportadora que viene desde la tolva de recepción. En el momento en que la intensidad del molino sea muy baja, será traducido como falta de materia a tratar. Se enviará un aviso al panel de control del almazarero.

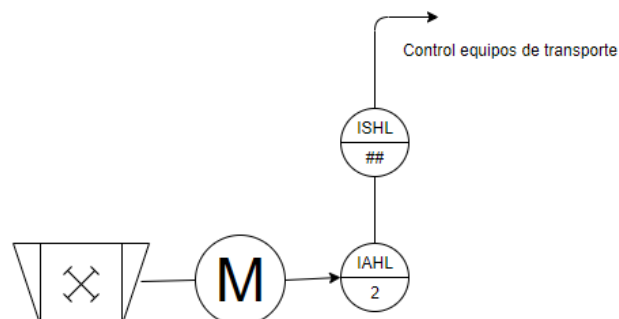


Figura 24: Lazo de control molino.

- ✓ El grado de molienda se podrá regular manualmente en el mismo molino en función del grado de madurez de la aceituna. Se usarán cribas más finas para aceitunas de inicio de campaña (menos maduras) y cribas de mayor diámetro para aceitunas más maduras o atrojadas.
- ✓ La puesta en funcionamiento de la planta se realiza en dos fases. Una primera donde se abre la tolva de recepción y se ponen en marcha todos los equipos comprendidos entre la tolva de recepción y la batidora, (una vez haber sido precalentada el agua de esta última). La segunda fase empieza una vez transcurrido el primer batido (90 minutos), y en ella se ponen en marcha el resto de equipos de la planta.
- ✓ A la entrada y salidas de las batidoras existen válvulas motorizadas que permiten al maestro almazarero poner el equipo en proceso de llenado o de descarga. Además se incluyen sensores de nivel, y si ambas están llenas se actuará deteniendo todos los equipos precedentes. Es muy importante prevenir este tipo de sucesos para no crear enormes paradas de la planta. Las válvulas motorizadas también se cerrarán en caso de avería en las batidoras y además se detendrán todos los equipos precedentes.

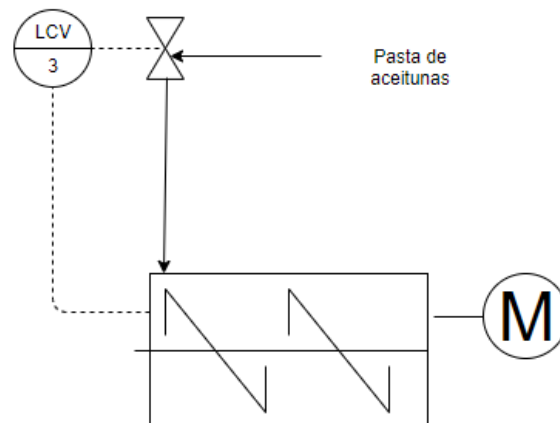


Figura 25: Lazo de control batidora.

- ✓ La temperatura del encamisado es controlada por un termostato que acciona las resistencias cuando no se llega a la temperatura requerida. Para ello el termostato va a ser dispuesto en contacto con la masa para que siempre presente los 30°C requeridos.

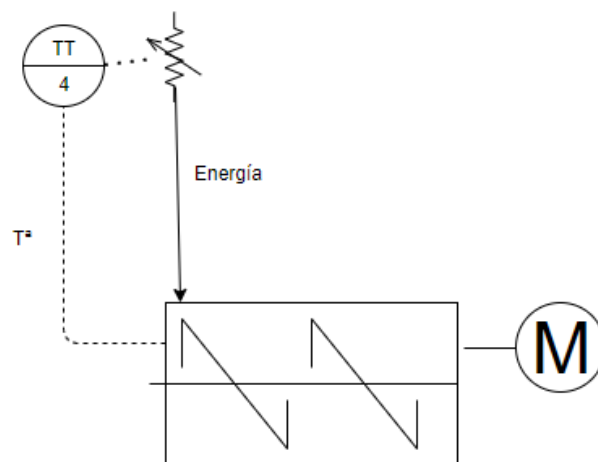


Figura 25: Lazo de control temperatura batidora.

- ✓ Para regular la temperatura y caudal a la salida de la caldera, además de la válvula de mezcla térmica se instalará un caudalímetro y un termómetro para tener controlados los parámetros de caudal y temperatura. Este será el agua de entrada a la centrífuga vertical.

8.8.4. Zona de bodega.

El único punto de control, y además manual, será el siguiente:

- ✓ La descarga de aceite de la centrífuga vertical es continua hacia los tanques. En ellos, se instalan sondas de nivel que indican el cambio de depósito cuando están llenos. Para el cambio de depósito se emplea una válvula de cuatro vías eléctrica.

9. Planificación.

Para la elaboración del presente proyecto se reparte el trabajo por apartados y se crea un Diagrama de Gantt como el que se mostrará en la figura de la página siguiente. Un Diagrama de Gantt es un cronograma de un proyecto. La parte superior muestra el marco del tiempo y el lado izquierdo del cuadro muestra las actividades a realizar para el proyecto. De esta manera, se ha intentado cumplir los plazos en la mayor parte posible y de manera satisfactoria, además.

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finalización	17.05.2021	24.05.2021	31.05.2021	07.06.2021	14.06.2021	21.06.2021	28.06.2021	05.07.2021	12.07.2021	19.07.2021	26.07.2021	02.08.2021	09.08.2021	16.08.2021	23.08.2021	30.08.2021	06.09.2021	13.09.2021	20.09.2021	27.09.2021	04.10.2021	11.10.2021	18.10.2021	25.10.2021	01.11.2021	08.11.2021	15.11.2021	22.11.2021	29.11.2021	06.12.2021	13.12.2021	20.12.2021	27.12.2021	03.01.2022	10.01.2022	17.01.2022	24.01.2022	31.01.2022	07.02.2022	14.02.2022	21.02.2022	28.02.2022	06.03.2022	13.03.2022	20.03.2022	27.03.2022	03.04.2022	10.04.2022	17.04.2022	24.04.2022	01.05.2022	08.05.2022	15.05.2022	22.05.2022	29.05.2022	05.06.2022	12.06.2022	19.06.2022	26.06.2022	03.07.2022	10.07.2022	17.07.2022	24.07.2022	31.07.2022	07.08.2022	14.08.2022	21.08.2022	28.08.2022	04.09.2022	11.09.2022	18.09.2022	25.09.2022	02.10.2022	09.10.2022	16.10.2022	23.10.2022	30.10.2022	06.11.2022	13.11.2022	20.11.2022	27.11.2022	04.12.2022	11.12.2022	18.12.2022	25.12.2022	01.01.2023	08.01.2023	15.01.2023	22.01.2023	29.01.2023	05.02.2023	12.02.2023	19.02.2023	26.02.2023	05.03.2023	12.03.2023	19.03.2023	26.03.2023	02.04.2023	09.04.2023	16.04.2023	23.04.2023	30.04.2023	07.05.2023	14.05.2023	21.05.2023	28.05.2023	04.06.2023	11.06.2023	18.06.2023	25.06.2023	02.07.2023	09.07.2023	16.07.2023	23.07.2023	30.07.2023	06.08.2023	13.08.2023	20.08.2023	27.08.2023	03.09.2023	10.09.2023	17.09.2023	24.09.2023	01.10.2023	08.10.2023	15.10.2023	22.10.2023	29.10.2023	05.11.2023	12.11.2023	19.11.2023	26.11.2023	03.12.2023	10.12.2023	17.12.2023	24.12.2023	31.12.2023	07.01.2024	14.01.2024	21.01.2024	28.01.2024	04.02.2024	11.02.2024	18.02.2024	25.02.2024	03.03.2024	10.03.2024	17.03.2024	24.03.2024	31.03.2024	07.04.2024	14.04.2024	21.04.2024	28.04.2024	05.05.2024	12.05.2024	19.05.2024	26.05.2024	02.06.2024	09.06.2024	16.06.2024	23.06.2024	30.06.2024	07.07.2024	14.07.2024	21.07.2024	28.07.2024	04.08.2024	11.08.2024	18.08.2024	25.08.2024	01.09.2024	08.09.2024	15.09.2024	22.09.2024	29.09.2024	06.10.2024	13.10.2024	20.10.2024	27.10.2024	03.11.2024	10.11.2024	17.11.2024	24.11.2024	01.12.2024	08.12.2024	15.12.2024	22.12.2024	29.12.2024	05.01.2025	12.01.2025	19.01.2025	26.01.2025	02.02.2025	09.02.2025	16.02.2025	23.02.2025	01.03.2025	08.03.2025	15.03.2025	22.03.2025	29.03.2025	05.04.2025	12.04.2025	19.04.2025	26.04.2025	03.05.2025	10.05.2025	17.05.2025	24.05.2025	31.05.2025	07.06.2025	14.06.2025	21.06.2025	28.06.2025	05.07.2025	12.07.2025	19.07.2025	26.07.2025	02.08.2025	09.08.2025	16.08.2025	23.08.2025	30.08.2025	06.09.2025	13.09.2025	20.09.2025	27.09.2025	04.10.2025	11.10.2025	18.10.2025	25.10.2025	01.11.2025	08.11.2025	15.11.2025	22.11.2025	29.11.2025	06.12.2025	13.12.2025	20.12.2025	27.12.2025	03.01.2026	10.01.2026	17.01.2026	24.01.2026	31.01.2026	07.02.2026	14.02.2026	21.02.2026	28.02.2026	06.03.2026	13.03.2026	20.03.2026	27.03.2026	03.04.2026	10.04.2026	17.04.2026	24.04.2026	01.05.2026	08.05.2026	15.05.2026	22.05.2026	29.05.2026	05.06.2026	12.06.2026	19.06.2026	26.06.2026	03.07.2026	10.07.2026	17.07.2026	24.07.2026	31.07.2026	07.08.2026	14.08.2026	21.08.2026	28.08.2026	04.09.2026	11.09.2026	18.09.2026	25.09.2026	02.10.2026	09.10.2026	16.10.2026	23.10.2026	30.10.2026	06.11.2026	13.11.2026	20.11.2026	27.11.2026	04.12.2026	11.12.2026	18.12.2026	25.12.2026	01.01.2027	08.01.2027	15.01.2027	22.01.2027	29.01.2027	05.02.2027	12.02.2027	19.02.2027	26.02.2027	05.03.2027	12.03.2027	19.03.2027	26.03.2027	02.04.2027	09.04.2027	16.04.2027	23.04.2027	30.04.2027	07.05.2027	14.05.2027	21.05.2027	28.05.2027	04.06.2027	11.06.2027	18.06.2027	25.06.2027	02.07.2027	09.07.2027	16.07.2027	23.07.2027	30.07.2027	06.08.2027	13.08.2027	20.08.2027	27.08.2027	03.09.2027	10.09.2027	17.09.2027	24.09.2027	01.10.2027	08.10.2027	15.10.2027	22.10.2027	29.10.2027	05.11.2027	12.11.2027	19.11.2027	26.11.2027	03.12.2027	10.12.2027	17.12.2027	24.12.2027	31.12.2027	07.01.2028	14.01.2028	21.01.2028	28.01.2028	04.02.2028	11.02.2028	18.02.2028	25.02.2028	03.03.2028	10.03.2028	17.03.2028	24.03.2028	31.03.2028	07.04.2028	14.04.2028	21.04.2028	28.04.2028	05.05.2028	12.05.2028	19.05.2028	26.05.2028	02.06.2028	09.06.2028	16.06.2028	23.06.2028	30.06.2028	07.07.2028	14.07.2028	21.07.2028	28.07.2028	04.08.2028	11.08.2028	18.08.2028	25.08.2028	01.09.2028	08.09.2028	15.09.2028	22.09.2028	29.09.2028	06.10.2028	13.10.2028	20.10.2028	27.10.2028	03.11.2028	10.11.2028	17.11.2028	24.11.2028	01.12.2028	08.12.2028	15.12.2028	22.12.2028	29.12.2028	05.01.2029	12.01.2029	19.01.2029	26.01.2029	02.02.2029	09.02.2029	16.02.2029	23.02.2029	01.03.2029	08.03.2029	15.03.2029	22.03.2029	29.03.2029	05.04.2029	12.04.2029	19.04.2029	26.04.2029	03.05.2029	10.05.2029	17.05.2029	24.05.2029	31.05.2029	07.06.2029	14.06.2029	21.06.2029	28.06.2029	05.07.2029	12.07.2029	19.07.2029	26.07.2029	02.08.2029	09.08.2029	16.08.2029	23.08.2029	30.08.2029	06.09.2029	13.09.2029	20.09.2029	27.09.2029	04.10.2029	11.10.2029	18.10.2029	25.10.2029	01.11.2029	08.11.2029	15.11.2029	22.11.2029	29.11.2029	06.12.2029	13.12.2029	20.12.2029	27.12.2029	03.01.2030	10.01.2030	17.01.2030	24.01.2030	31.01.2030	07.02.2030	14.02.2030	21.02.2030	28.02.2030	06.03.2030	13.03.2030	20.03.2030	27.03.2030	03.04.2030	10.04.2030	17.04.2030	24.04.2030	01.05.2030	08.05.2030	15.05.2030	22.05.2030	29.05.2030	05.06.2030	12.06.2030	19.06.2030	26.06.2030	03.07.2030	10.07.2030	17.07.2030	24.07.2030	31.07.2030	07.08.2030	14.08.2030	21.08.2030	28.08.2030	04.09.2030	11.09.2030	18.09.2030	25.09.2030	02.10.2030	09.10.2030	16.10.2030	23.10.2030	30.10.2030	06.11.2030	13.11.2030	20.11.2030	27.11.2030	04.12.2030	11.12.2030	18.12.2030	25.12.2030	01.01.2031	08.01.2031	15.01.2031	22.01.2031	29.01.2031	05.02.2031	12.02.2031	19.02.2031	26.02.2031	05.03.2031	12.03.2031	19.03.2031	26.03.2031	02.04.2031	09.04.2031	16.04.2031	23.04.2031	30.04.2031	07.05.2031	14.05.2031	21.05.2031	28.05.2031	04.06.2031	11.06.2031	18.06.2031	25.06.2031	02.07.2031	09.07.2031	16.07.2031	23.07.2031	30.07.2031	06.08.2031	13.08.2031	20.08.2031	27.08.2031	03.09.2031	10.09.2031	17.09.2031	24.09.2031	01.10.2031	08.10.2031	15.10.2031	22.10.2031	29.10.2031	05.11.2031	12.11.2031	19.11.2031	26.11.2031	03.12.2031	10.12.2031	17.12.2031	24.12.2031	31.12.2031	07.01.2032	14.01.2032	21.01.2032	28.01.2032	04.02.2032	11.02.2032	18.02.2032	25.02.2032	03.03.2032	10.03.2032	17.03.2032	24.03.2032	31.03.2032	07.04.2032	14.04.2032	21.04.2032	28.04.2032	05.05.2032	12.05.2032	19.05.2032	26.05.2032	02.06.2032	09.06.2032	16.06.2032	23.06.2032	30.06.2032	07.07.2032	14.07.2032	21.07.2032	28.07.2032	04.08.2032	11.08.2032	18.08.2032	25.08.2032	01.09.2032	08.09.2032	15.09.2032	22.09.2032	29.09.2032	06.10.2032	13.10.2032	20.10.2032	27.10.2032	03.11.2032	10.11.2032	17.11.2032	24.11.2032	01.12.2032	08.12.2032	15.12.2032	22.12.2032	29.12.2032	05.01.2033	12.01.2033	19.01.2033	26.01.2033	02.02.2033	09.02.2033	16.02.2033	23.02.2033	01.03.2033	08.03.2033	15.03.2033	22.03.2033	29.03.2033	05.04.2033	12.04.2033	19.04.2033	26.04.2033	03.05.2033	10.05.2033	17.05.2033	24.05.2033	31.05.2033	07.06.2033	14.06.2033	21.06.2033	28.06.2033	05.07.2033	12.07.2033	19.07.2033	26.07.2033	02.08.2033	09.08.2033	16.08.2033	23.08.2033	30.08.2033	06.09.2033	13.09.2033	20.09.2033	27.09.2033	04.10.2033	11.10.2033	18.10.2033	25.10.2033	01.11.2033	08.11.2033	15.11.2033	22.11.2033	29.11.2033	06.12.2033	13.12.2033	20.12.2033	27.12.2033	03.01.2034	10.01.2034	17.01.2034	24.01.2034	31.01.2034	07.02.2034	14.02.2034	21.02.2034	28.02.2034	06.03.2034	13.03.2034	20.03.2034	27.03.2034	03.04.2034	10.04.2034	17.04.2034	24.04.2034	01.05.2034	08.05.2034	15.05.2034	22.05.2034	29.05.2034	05.06.2034	12.06.2034	19.06.2034	26.06.2034	03.07.2034	10.07.2034	17.07.2034	24.07.2034	31.07.2034	07.08.2034	14.08.2034	21.08.2034	28.08.2034	04.09.2034	11.09.2034	18.09.2034	25.09.2034	02.10.2034	09.10.2034	16.10.2034	23.10.2034	30.10.2034	06.11.2034	13.11.2034	20.11.2034	27.11.2034	04.12.2034	11.12.2034	18.12.2034	25.12.2034	01.01.2035	08.01.2035	15.01.2035	22.01.2035	29.01.2035	05.02.2035	12.02.2035	19.02.2035	26.02.2035	05.03.2035	12.03.2035	19.03.2035	26.03.2035	02.04.2035	09.04.2035	16.04.2035	23.04.2035	30.04.2035	07.05.2035	14.05.2035	21.05.2035	28.05.2035	04.06.2035	11.06.2035	18.06.2035	25.06.2035	02.07.2035	09.07.2035	16.07.2035	23.07.2035	30.07.2035	06.08.2035	13.08.2035	20.08.2035	27.08.2035	03.09.2035	10.09.2035	17.09.2035	24.09.2035	01.10.2035	08.10.2035	15.10.2035	22.10.2035	29.10.2035	05.11.2035	12.11.2035	19.11.2035	26.11.2035	03.12.2035	10.12.2035	17.12.2035	24.12.2035	31.12.2035	07.01.2036	14.01.2036	21.01.2036	28.01.2036	04.02.2036	11.02.2036	18.02.2036	25.02.2036	03.03.2036	10.03.2036	17.03.2036	24.03.2036	31.03.2036	07.04.2036	14.04.2036	21.04.2036	28.04.2036	05.05.2036	12.05.2036	19.05.2036	26.05.2036	02.06.2036	09.06.2036	16.06.2036	23.06.2036	30.06.2036	07.07.2036	14.07.2036	21.07.2036	28.07.2036	04.08.2036	11.08.2036	18.08.2036	25.08.2036	01.09.2036	08.09.2036	15.09.2036	22.09.2036	29.09.2036	06.10.2036	13.10.2036	20.10.2036	27.10.2036	03.11.2036	10.11.2036	17.11.2036	24.11.2036	01.12.2036	08.1
--------------------	-----------------	-----------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------

DOCUMENTO 2:

ANEXOS

ÍNDICE-ANEXOS:

1. BALANCES.....	3
1.1. BALANCES DE MATERIA.	3
1.1.1. Balance de materia referido a la zona de recepción y limpieza.	3
1.1.2. Balance de materia referido a la zona de extracción sólido-líquido.....	4
1.1.3. Balance de materia referido a la zona de extracción líquido-líquido.	5
1.1.4. Balance de materia global del proceso.	6
1.2. BALANCES DE ENERGÍA.	7
2. CÁLCULOS PARA DISEÑOS.....	9
2.1. DISEÑO DE LA TERMOBATIDORA.	9
2.1.1. Dimensiones del equipo.....	9
2.1.2. Dimensiones y volumen del encamisado.	9
2.1.3. Potencia del motor y reducción de la velocidad.	10
2.1.4. Transmisión de calor en el encamisado.	11
2.1.5. Espesor de chapa del equipo.	11
2.1.6. Espesor del aislante del equipo.	13
2.2. DISEÑO DE LA TOLVA DE RECEPCIÓN.....	13
2.2.1. Dimensiones del equipo.....	13
2.2.2. Espesor de chapa.....	15
2.3. DISEÑO DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	16
2.3.1. Dimensiones del equipo.....	16
2.3.2. Potencia del motor.	18
2.3.3. Caracterización de la banda, tambor motriz y poleas de reducción.	21
2.4. DISEÑO DEL TORNILLO SINFIN.	26
2.4.1. Dimensiones del equipo.....	26
2.4.2. Potencia del motor.	28
2.4.3. Caracterización de los engranajes de reducción.	29
2.5. DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA.	30
2.5.1. Dimensiones del equipo.....	30
2.5.2. Espesor de chapa.....	30
3. NORMATIVA APLICABLE.....	32

1. Balances.

1.1. Balances de materia.

En primer lugar, se expone la ecuación característica del cálculo de los balances de materia, ya sean referidos a cada una de las unidades del proceso o al balance de materia global (BMG, a partir de ahora). La relación del balance de materia es la siguiente:

$$(A) = (E) - (S) + (G) - (C)$$

Donde (A) hace referencia a la acumulación en el equipo (o proceso en caso de BMG), (E) a las entradas, (S) a las salidas, (G) a la generación y (C) al consumo.

En los equipos que se van a diseñar y dimensionar en este proyecto, los términos de generación, acumulación y consumo serán nulos. Simplemente, se tratarán de operaciones de separación en la mayoría de los casos.

Cabe destacar además que se va a prescindir de los decimales en los balances de materia, ya que aportan poca información y facilita el cálculo.

1.1.1. Balance de materia referido a la zona de recepción y limpieza.

Se centrará el balance de materia de esta zona en la máquina lavadora y despalladora. Esto es debido a que es el único equipo con varias entradas y salidas de material, mientras que la tolva de recepción y la cinta de transporte son equipos auxiliares cuyos balances de materias no son nada relevantes.

Primero, se procede a calcular el caudal de aceitunas que entran al proceso, y por tanto a la primera de las etapas del mismo. La entrada sería de 1000 kg al día. A día de hoy, la jornada laboral suele ser de 8 horas diarias, de manera que el caudal másico es el que se calcula a continuación:

$$\frac{1000 \text{ kg}}{\text{día}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} = 125 \text{ kg/hora}$$

Por tanto, este caudal másico será el de salida de la tolva de recepción y el que ira siendo transportado por la cinta de transporte.

Una vez hayan llegado las aceitunas a la máquina limpiadora, se tiene una segunda entrada de materia. En este caso se trata del agua de lavado. El consumo de agua del equipo es de 50 litros/hora.

Con los datos del párrafo anterior, ya se dispone de la información de las entradas. Ahora, se identifican las salidas. Éstas son dos: una se trata de la salida de aceitunas limpias y otra se trata de la salida de agua de lavado e impurezas. Se sabe que un 3% del peso de las aceitunas de entrada son impurezas. Así es posible saber la cantidad de impurezas a la salida y la cantidad de aceitunas limpias por diferencia.

$$\text{Caudal impurezas} = \frac{3 \text{ kg/h impurezas}}{100 \text{ kg/h aceitunas sucias}} \cdot 125 \text{ kg/h aceitunas sucias} = 3,75 \text{ kg/h impurezas} \approx 4 \text{ kg/h}$$

$$\text{Caudal aceitunas limpias} = \text{Caudal entrada aceitunas} - \text{Caudal impurezas} = 121 \text{ kg/h}$$

Una vez calculados todos los datos referentes a salida y entradas del equipo, se resumen estos en la siguiente tabla:

Corriente	EA	EAL	SA	SAL
Caudal másico corriente (kg/h)	125	50	121	54
Porcentaje masa aceitunas (%)	97	0	100	0
Caudal másico de aceitunas (kg)	121	0	121	0
Porcentaje masa impurezas (%)	3	0	0	7,4
Caudal másico de impurezas (kg)	4	0	0	4
Porcentaje masa agua (%)	0	100	0	92,6
Caudal másico agua (kg/h)	0	50	0	50

Tabla 1: Resumen balance de materia aplicado al equipo de limpieza. Fuente: elaboración propia.

Donde:

- ✓ **EA:** entrada de aceitunas sucias.
- ✓ **EAL:** entrada agua de lavado.
- ✓ **SA:** salida de aceitunas limpias.
- ✓ **SAL:** salida de agua de lavado e impurezas.

1.1.2. Balance de materia referido a la zona de extracción sólido-líquido.

La centrífuga horizontal será el próximo equipo en el cual se pueda realizar un balance de materia con resultados que aporten información relevante. Pues en las etapas anteriores la

entrada y la salida son iguales y el material no sufre cambios de composición, tan solo cambios físicos en la fase de molienda y batido.

Para el cálculo del balance materia, se parte del caudal de entrada y su composición. De manera que, siendo el caudal másico de 121 kg/hora de pasta de aceitunas, y la composición de la pasta 25% aceite, 45% agua y 30% solidos (López y Espínola, 1995).

Las salidas serán dos: por un lado el aceite (aún sucio), y por otro lado los sólidos hidratados con el agua de vegetación (alperujo). Por tanto Se pueden calcular ambas salidas teniendo en cuenta la composición expuesta en el párrafo anterior.

$$\text{Caudal salida aceite} = \frac{25 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ aceite}}{100 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ pasta}} \cdot 121 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \text{ pasta} = 30,25 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \approx 30 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

$$\text{Caudal salida alperujo} = \text{Caudal entrada pasta} - \text{caudal salida aceite} = 91 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Una vez realizados los cálculos, se exponen los resultados en la siguiente tabla:

Corriente	Entrada pasta aceitunas	Salida orujo	Salida aceite sucio
Caudal másico corriente (kg/h)	121	91	30
Porcentaje aceite sucio (%)	25	0	100
Caudal másico aceite sucio (kg)	30	0	30
Porcentaje alperujo (%)	75	100	0
Caudal másico alperujo (kg)	91	91	0

Tabla 2: Resumen balances de materia centrífuga horizontal. Fuente: elaboración propia.

1.1.3. Balance de materia referido a la zona de extracción líquido-líquido.

El último balance que se realiza será aquel enfocado a la centrífuga vertical. En esta última etapa el aceite es lavado para su posterior consumo.

En este equipo existen dos entradas. Una de ellas será el aceite sucio y la otra el agua encargada de limpiar el aceite. La primera de ellas, proveniente de la centrífuga horizontal, ya es conocida, 30 kg/hora de aceite. La segunda de ellas será de 1,5 litros de agua por cada litro de aceite. Se procede a calcular por tanto la entrada de agua de lavado.

$$\text{Caudal entrada agua} = \frac{1,5 \text{ l/h agua}}{1 \text{ kg/h aceite}} \cdot 30 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ aceite} = 45 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 45 \text{ kg/h}$$

Para calcular las salidas, se atiende al porcentaje de impurezas que nos da la bibliografía, siendo este del 3%. Por tanto el caudal de salida de impurezas será de:

$$\text{Caudal salida impurezas} = \frac{3 \text{ kg/h impurezas}}{100 \text{ kg/h aceite sucio}} \cdot 30 \text{ kg/h aceite sucio} = 0,9 \text{ kg/h} \approx 1 \text{ kg/h}$$

El caudal de salida de aceite limpio por diferencia será de:

$$\text{Caudal sal. aceite lim.} = \text{caudal ent. aceite suc.} - \text{caudal sal. impur.} = 30 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - \frac{1 \text{ kg}}{\text{h}} = 29 \text{ kg/h}$$

Una vez calculados los caudales de salidas, se resumen en la siguiente tabla:

Corriente	Entrada aceite sucio	Entrada agua de lavado	Salida agua + impurezas	Salida aceite limpio
Caudal másico corriente (kg/h)	30	45	46	29
Porcentaje aceite limpio (%)	97	0	0	100
Caudal másico aceite limpio (kg/h)	29	0	0	29
Porcentaje impurezas (%)	3	0	2,17	0
Caudal másico impurezas (kg/h)	1	0	1	0
Porcentaje agua de lavado (%)	0	100	97,83	0
Caudal másico agua de lavado (kg/h)	0	45	45	0

Tabla 3: Resumen balances de materia en la centrífuga vertical. Fuente: elaboración propia.

1.1.4. Balance de materia global del proceso.

Se adjunta tabla resumen y figura con el BMG:

Corriente	Entrada aceitunas	Entrada agua de lavado	Salida agua + impurezas	Salida aceite limpio
Caudal másico corriente (kg/h)	125	95	191	29
Porcentaje aceite limpio (%)	23,2	0	0	100
Caudal másico aceite limpio (kg/h)	29	0	0	29
Porcentaje impurezas (%)	76,8	0	49,3	0

Caudal másico impurezas (kg/h)	96	0	96	0
Porcentaje agua de lavado (%)	0	100	49,7	0
Caudal másico agua de lavado (kg/h)	0	95	95	0

Tabla 4: Resumen BMG. Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que dentro de las impurezas también se ha considerado el alperujo.

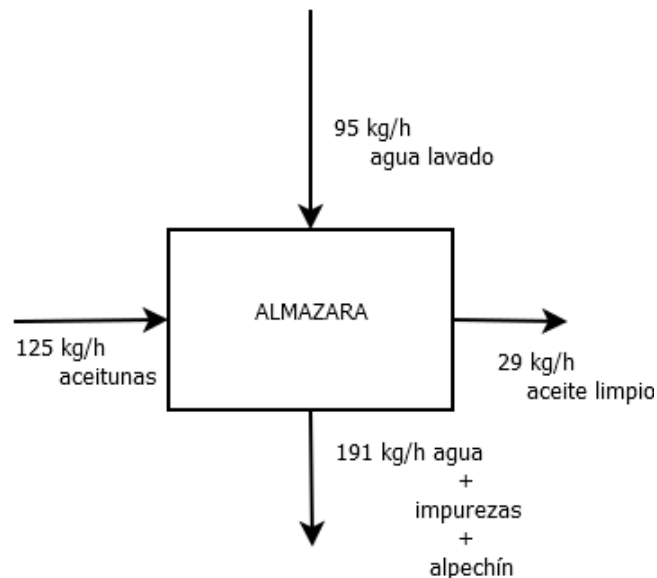


Figura 1: Resumen BMG.

1.2. Balances de energía.

La ecuación del balance de energía para sistemas en estado estacionario es de la siguiente forma:

$$\Delta H + \Delta E_C + \Delta E_P = Q + W_E$$

Se aplicará el balance de energía a la resistencia encargada de calentar el agua desde los 18 °C de temperatura a los 30 °C necesarios para la termobatidora. Y además, será aplicado al sistema termosolar encargado de calentar el agua hasta los 30 °C necesarios para la centrífuga vertical.

En este caso los términos de ΔE_C y ΔE_P se anulan ya que se trata de un sistema fijo, y el término de W_E también porque no se realiza trabajo externo. Por tanto, la fórmula quedará simplificada de la siguiente forma:

$$\Delta H = Q$$

Para calcular ΔH para la centrífuga vertical, se procede de la siguiente forma:

Compuesto	Entrada (18°C, 1 atm)		Salida (30 °C, 1 atm)	
	W _m (kg/h)	ΔH_{ENT} (kJ/kg)	W _m (kg/h)	ΔH_{SAL} (kJ/kg)
Agua	45	75,5	45	125,7

Tabla 5: Parámetros de cálculo ΔH . Fuente: elaboración propia.

Los parámetros fijados en la tabla superior, son obtenidos de la siguiente figura:

Table B.5 Properties of Saturated Steam: Temperature Table^a

T(°C)	P(bar)	V(m³/kg)		U(kJ/kg)		H(kJ/kg)		
		Water	Steam	Water	Steam	Water	Evaporation	Steam
0.01	0.00611	0.001000	206.2	zero	2375.6	+0.0	2501.6	2501.6
2	0.00705	0.001000	179.9	8.4	2378.3	8.4	2496.8	2505.2
4	0.00813	0.001000	157.3	16.8	2381.1	16.8	2492.1	2508.9
6	0.00935	0.001000	137.8	25.2	2383.8	25.2	2487.4	2512.6
8	0.01072	0.001000	121.0	33.6	2386.6	33.6	2482.6	2516.2
10	0.01227	0.001000	106.4	42.0	2389.3	42.0	2477.9	2519.9
12	0.01401	0.001000	93.8	50.4	2392.1	50.4	2473.2	2523.6
14	0.01597	0.001001	82.9	58.8	2394.8	58.8	2468.5	2527.2
16	0.01817	0.001001	73.4	67.1	2397.6	67.1	2463.8	2530.9
18	0.02062	0.001001	65.1	75.5	2400.3	75.5	2459.0	2534.5
20	0.0234	0.001002	57.8	83.9	2403.0	83.9	2454.3	2538.2
22	0.0264	0.001002	51.5	92.2	2405.8	92.2	2449.6	2541.8
24	0.0298	0.001003	45.9	100.6	2408.5	100.6	2444.9	2545.5
25	0.0317	0.001003	43.4	104.8	2409.9	104.8	2442.5	2547.3
26	0.0336	0.001003	41.0	108.9	2411.2	108.9	2440.2	2549.1
28	0.0378	0.001004	36.7	117.3	2414.0	117.3	2435.4	2552.7
30	0.0424	0.001004	32.9	125.7	2416.7	125.7	2430.7	2556.4
32	0.0475	0.001005	29.6	134.0	2419.4	134.0	2425.9	2560.0
34	0.0532	0.001006	26.6	142.4	2422.1	142.4	2421.2	2563.6
36	0.0594	0.001006	24.0	150.7	2424.8	150.7	2416.4	2567.2
38	0.0662	0.001007	21.6	159.1	2427.5	159.1	2411.7	2570.8

Figura 2: Tabla entalpías agua. Fuente: Haywood (1968).

$$Q = \Delta H = 45(125,7 - 75,5) = 2259 \frac{kJ}{h} = 627,5 W$$

Para la resistencia de las termobaterías, se calcula Q en el apartado de diseño del equipo.

$$Q = 1,89 kW.$$

2. Cálculos para diseños.

2.1. Diseño de la termobatidora.

2.1.1. Dimensiones del equipo.

En primer lugar, es necesario saber el tipo de geometría (semicilíndrica) y el volumen que deberá de tener. Se procede, por tanto, a calcular el volumen.

Si se tiene en cuenta que el caudal es de 121 kg/h, en 90 minutos habrán entrado a la termobatidora la siguiente cantidad:

$$\text{Masa en batidora} = \frac{121 \text{ kg pasta}}{h} \cdot \frac{1 h}{60 \text{ min}} \cdot 90 \text{ min} \approx \mathbf{181 \text{ kg}}$$

Como se tiene el dato de la densidad de la pasta, el volumen de la termobatidora será de:

$$\text{Volumen en batidora} = \frac{1 \text{ m}^3}{1060 \text{ kg}} \cdot 181 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} = 170,76 \text{ l} \approx \mathbf{171 \text{ l}}$$

Tal y como se indica en el correspondiente apartado del documento “**Memoria**”, se selecciona un volumen de **200 litros** para tener un margen de seguridad.

Ahora, conocida la ecuación de cálculo de volumen para geometría semicilíndrica y suponiendo una longitud de 1,5 metros, con objeto de aumentar la superficie de transmisión de calor, se podrán obtener todas las dimensiones del equipo.

$$\text{Volumen semicilindro} = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot L}{2} = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot 1,5}{2} = 0,2$$

$$r = \mathbf{0,291 \text{ metros}}$$

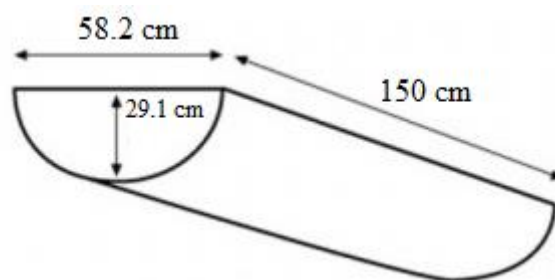


Figura 3: Dimensiones termobatidora.

2.1.2. Dimensiones y volumen del encamisado.

Al suponer 53 cm de radio en el encamisado, es posible obtener el volumen de agua que se añadirá a este.

$$\text{Volumen encamisado} = \frac{\pi \cdot (r_{enc.}^2 - r_{bat.}^2) \cdot L}{2} = \frac{\pi \cdot (0,53^2 - 0,29^2) \cdot 1,5}{2} = 0,464 \text{ m}^3 = \mathbf{464 \text{ l.}}$$

2.1.3. Potencia del motor y reducción de la velocidad.

Para el cálculo de la potencia del motor se usa la siguiente expresión, proveniente de la norma UNE 58224:1988:

$$P = \frac{Q \cdot (c_0 \cdot L + H)}{367} + \frac{D \cdot L}{20}$$

Donde:

- ✓ P: potencia necesaria.
- ✓ Q: caudal másico
- ✓ c_0 : coeficiente de resistencia del material transportado.
- ✓ L: longitud hélice.
- ✓ H: diferencia de alturas (nulo en este caso).
- ✓ D: diámetro hélice (igual al radio de la batidora).

$$P = \frac{0,121 \cdot (c_0 \cdot 1,5 + 0)}{367} + \frac{0,291 \cdot 1,5}{20}$$

El único parámetro que falta por obtener es c_0 , que se obtiene de la siguiente figura:

Tipo de material	Valor de c_0
Harina, serrín, productos granulosos	1,2
Turba, sosa, polvo de carbón	1,6
Antracita, carbón, sal de roca	2,5
Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, cal, arena	4

Figura 4: Valores de c_0 . Fuente: Rodríguez (2021a)

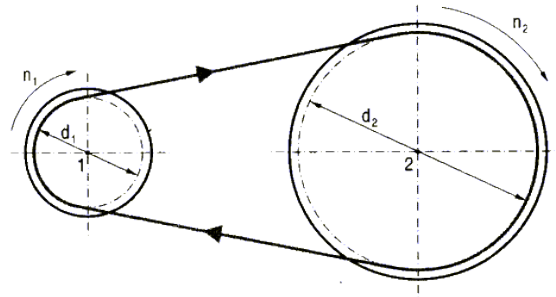
Se elige el valor señalado ya que son los materiales más parecidos a la masa de aceitunas.

Ya que se han obtenido todos los parámetros, se puede calcular la potencia necesaria:

$$P = \frac{0,121 \cdot (4 \cdot 1,5 + 0)}{367} + \frac{0,291 \cdot 1,5}{20} = 0,0238 \text{ kW} = \mathbf{24 \text{ W}}$$

El motorreductor elegido proporciona una velocidad de giro de 56 r.p.m. Para llegar a las 14 r.p.m. necesarias se usarán dos poleas unidas por una correa. Si se dispone de una polea de

5 cm de diámetro a la salida del motor, el diámetro de la polea ubicada en el eje de la hélice se calcula de la siguiente forma:



$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

Figura 4: Relación de reducción por poleas.

$$5 \text{ cm} \cdot 56 \text{ r.p.m.} = 14 \text{ r.p.m.} \cdot d_2$$

$$d_2 = 20 \text{ cm}$$

2.1.4. Transmisión de calor en el encamisado.

El calor necesario para calentar el agua desde la temperatura ambiente (18 °C) hasta la requerida (30°C) y la potencia necesaria para que el cambio de temperatura se produzca en 120 minutos se calcula de la siguiente forma:

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T = 464 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \cdot (30 - 18)^\circ\text{C} = 23274,24 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{23274,24}{7200} = 3,23 \text{ kW}$$

2.1.5. Espesor de chapa del equipo.

En primer lugar será calculado sin tener en cuenta el encamisado y luego teniéndolo en cuenta. Para ello se recurre a la norma API 650 y al método de un pie que se describe en la misma. Este método considera una sección transversal del depósito situada a 304,8 mm (1 pie) por debajo de la base de cada virola. En esta sección se realiza un estudio con las propiedades de diseño y otro a presión hidrostática. El espesor mayor entre ambos será el elegido.

Para poder usar este método, el tanque debe tener un diámetro igual o menor a 60,96 m (200 pies). A continuación, se exponen las expresiones para el cálculo de cada uno de los espesores:

$$t_t = \frac{4,9 \cdot D \cdot (H - 0,3)}{S_t}$$

$$t_d = \frac{4,9 \cdot D \cdot (H - 0,3) \cdot G}{S_d} + CA$$

Donde:

- ✓ t_t : espesor por prueba hidrostática (mm).
- ✓ t_d : espesor por condiciones de diseño (mm).
- ✓ D: diámetro nominal del tanque (0,582 m).
- ✓ H: Altura nivel de líquido (1,5 m)
- ✓ G: Densidad relativa masa aceitunas (1,06). Se obtiene del cociente entre la densidad de la pasta de aceitunas y la densidad del agua a 4°C (1000 kg/m³).
- ✓ CA: corrosión permisible. Se va a tomar el valor de 0,6 mm, que es el normalmente usado para estos fines.
- ✓ S_d : Esfuerzo admisible acero AISI 316 (155 MPa). Se toma de la “**Figura 25**” del presente documento.
- ✓ S_t : Esfuerzo admisible por condiciones de prueba hidrostática (140 MPa) Se obtiene de la siguiente figura:

Table S-3a—(SI) Allowable Stresses for Plate Ring Flanges

Type	Allowable Stress (S_p) (in MPa) for Maximum Design Temperature Not Exceeding				
	40°C	90°C	150°C	200°C	260°C
201-1	155	133	115	104	--
201LN	197	167	151	143	138
304	140	115	103	95	89
304L	117	99	88	81	75
316	140	119	107	99	92
316L	117	97	87	79	73
317	140	119	108	99	92
317L	140	119	108	99	92

Figura 5: Datos esfuerzo admisible por prueba hidrostática según API 650.

$$t_t = \frac{4,9 \cdot 0,582 \text{ m} \cdot (1,5 \text{ m} - 0,3)}{140 \text{ MPa}} = 0,0244 \text{ mm}$$

$$t_d = \frac{4,9 \cdot 0,582 \text{ m} \cdot (1,5 \text{ m} - 0,3) \cdot 1,06}{155 \text{ MPa}} + 0,6 \text{ mm} = 0,623 \text{ mm}$$

La propia norma dicta que para diámetro menor a 15,24 metros no se debe poner un espesor de chapa menor de 4,76 mm. Como en este caso existen diámetros muy bajos pues esta parte de la normativa se considera como irrelevante.

2.1.6. Espesor del aislante del equipo.

Para el cálculo del espesor del aislante, se usará la siguiente expresión en la que están implicadas las temperaturas, la resistencia que oponen los materiales a la transferencia de calor y las pérdidas de calor requeridas.

$$q \left(\frac{W}{m^2} \right) = \frac{T_{int} - T_{ext}}{\frac{e_{pared}}{k_{pared}} + \frac{e_{ais.}}{k_{ais.}}}$$

Donde:

- ✓ Según la Guía de Buenas Prácticas en el Aislamiento Industrial se recomienda que las pérdidas sean menores a 90 W/m². Por tanto **q= 90 W/m²**.
- ✓ La temperatura en el interior será de 30 °C y en el exterior de 18 °C. Por tanto una diferencia de 12°C.
- ✓ El espesor de la pared de acero es de 2 mm, por tanto **e_{pared}=0,002 metros**.
- ✓ La conductividad del acero 316 es de **16,2 W/mK=k_{pared}**.
- ✓ La conductividad del aislante reflexivo es de **0,038 W/mK=k_{ais.}**

Ahora se despeja el espesor de aislante de la ecuación:

$$90 \frac{W}{m^2} = \frac{12 K}{\frac{0,002 m}{16,2 \frac{W}{mK}} + \frac{e_{ais.}}{0,038 \frac{W}{mK}}}$$

$$e_{ais.} = 0,005 m$$

2.2. Diseño de la tolva de recepción.

2.2.1. Dimensiones del equipo.

El primer paso es conocer el volumen real necesario. Para ello, se hace uso de las siguientes ecuaciones, considerándose una capacidad de 1050 kg de aceitunas y una densidad de 1300 kg/m³:

En primer lugar se procede a calcular la densidad corregida (Paredes, 2017):

$$\rho_c = \rho_m x (1 - F_{ev})$$

Donde:

- ✓ ρ_c : densidad corregida.
- ✓ ρ_m : densidad aceitunas.
- ✓ F_{ev} : factor de espacios vacíos (para gruesos se toma el valor 0,4).

$$\rho_c = 1,3 \frac{t}{m^3} (1 - 0,4) = \mathbf{0,78 \text{ t/m}^3}$$

Una vez calculada la densidad corregida, se puede calcular el volumen de la tolva:

$$V = \frac{Masa}{\rho_c} = \frac{1050 \text{ kg}}{780 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1,35 \text{ m}^3}$$

Para comenzar a calcular las dimensiones de cada una de las partes se expone una figura con la nomenclatura de cada una de ellas:

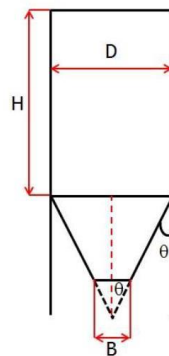


Figura 6: Variables de dimensionamiento de la tolva. Fuente: Paredes (2017).

Para el cálculo de las variables se usa la ecuación de volumen y la ecuación de Beverloo tras elegir el tipo de flujo tubular a la hora de la descarga de la tolva.

$$V = \frac{\pi}{24 \tan(\theta)} (D^3 - B^3) + \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$\dot{m} = C \cdot \rho \cdot g^{0,5} \cdot (B - k \cdot D_p)^{2,5}$$

Donde:

- ✓ \dot{m} : Caudal másico (kg/s)
- ✓ ρ : Densidad aceituna (kg/m³)

- ✓ g : gravedad (9,81 m/s²)
- ✓ C : coeficiente de descarga empírico (0,58)
- ✓ k : coeficiente de forma empírica (1,6)
- ✓ D_p : diámetro de partícula (0,026 m perteneciente al diámetro de la variedad Picual)

Existen dos tipos de flujo en tolvas: tubular y másico. En este caso el que más se acerca a la realidad es el tipo tubular.

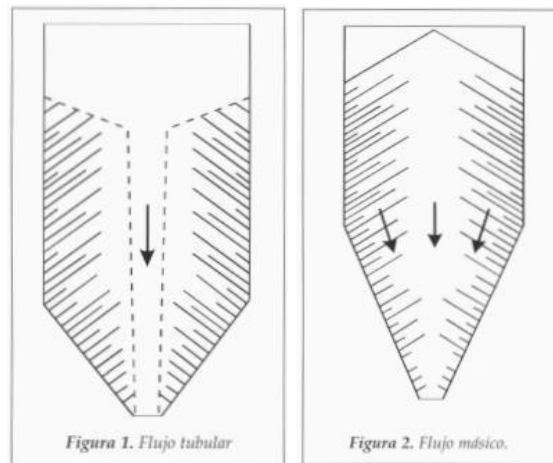


Figura 7: Tipos de flujo. Fuente: Amorós et al. (2000).

Se comienza usando la ecuación de Beverloo para calcular el diámetro de salida de la tolva:

$$\dot{m} = C \cdot \rho \cdot g^{0,5} \cdot (B - k \cdot D_p)^{2,5}$$

$$0,035 \frac{kg}{s} = 0,58 \cdot 1300 \frac{kg}{m^3} \cdot \left(9,81 \frac{m}{s^2}\right)^{0,5} \cdot (B - 1,6 \cdot 0,026 m)^{2,5}$$

$$\mathbf{B = 0.053 m}$$

Ahora, suponiendo un diámetro de 1,5 metros y un ángulo de inclinación de 30°, se obtiene la altura de la tolva haciendo uso de la ecuación de volumen:

$$V = \frac{\pi}{24 \tan(\theta)} (D^3 - B^3) + \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$1,35 m^3 = \frac{\pi}{24 \tan(30^\circ)} ((1,5 m)^3 - (0,053 m)^3) + \frac{\pi}{4} (1,5 m)^2 H$$

$$\mathbf{H = 0,33 m.}$$

2.2.2. Espesor de chapa.

Para ello se hace uso de las siguientes ecuaciones (Paredes, 2017):

$$Pv = \frac{\rho \cdot g \cdot D}{4 \cdot \mu \cdot K \cdot g_c} \left(1 - \exp\left(-\frac{4 \cdot z \cdot \mu \cdot K}{D}\right)\right) \text{ Presión en el fondo}$$

$$P_w = K \cdot P_v \text{ Presión en la pared}$$

$$t = \frac{P_w \cdot r}{\sigma_f} \text{ Espesor de chapa}$$

Donde:

- ✓ μ : coeficiente de fricción $\tan(\Theta)$
- ✓ $K=0,4$
- ✓ $g_c=1$
- ✓ z : altura total de la tolva (m)
- ✓ r : radio tolva (mm).
- ✓ σ_f : esfuerzo admisible (MPa)

$$P_v = \frac{1300 \cdot 9,81 \cdot 1,5}{4 \cdot 0,58 \cdot 0,4 \cdot 1} \left(1 - \exp\left(-\frac{4 \cdot 0,34 \cdot 0,58 \cdot 0,4}{1,5}\right)\right) = 3910,35 \text{ Pa}$$

$$P_w = 0,4 \cdot 3910,35 = 1564,14 \text{ Pa}$$

$$t = \frac{1564,14 \cdot 10^{-6} \cdot 750}{113} = \mathbf{0,010 \text{ mm}}$$

2.3. Diseño de la cinta transportadora.

2.3.1. Dimensiones del equipo.

Se asemeja la cinta transportadora a un triángulo rectángulo del que se conocen los dos catetos. Uno de ellos es la distancia entre un punto y otro, y el otro es la diferencia de alturas entre ambos puntos. La hipotenusa de este triángulo será la longitud de la banda de transporte.

Los datos conocidos son los siguientes:

- ✓ Altura alcanzada, $H= 2,1$ metros
- ✓ Distancia entre equipos, $z= 10$ metros
- ✓ Ancho de banda, $B= 0,4$ metros

Por medio del Teorema de Pitágoras y de razones trigonométricas, se obtendrán la longitud de la banda y el ángulo de inclinación.

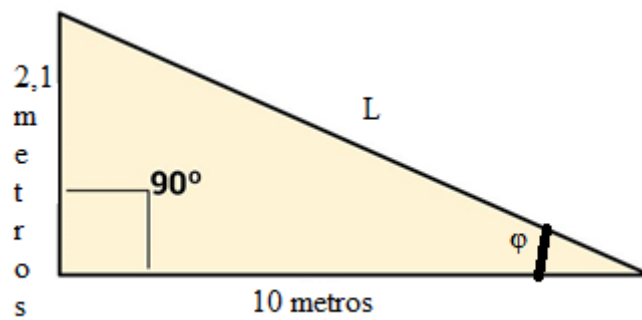


Figura 8: Representación dimensiones en un triángulo.

Según el Teorema de Pitágoras:

$$L^2 = 10^2 + 2,1^2$$

$$L = 10,218 \text{ metros}$$

Se hace uso de relaciones trigonométricas:

$$\tan \varphi = \frac{2,1}{10}$$

$$\varphi = 11,859^\circ$$

A continuación, se procede a calcular el área de la sección transversal del material transportado (A):

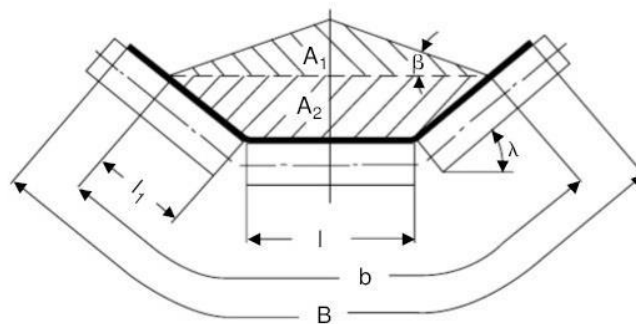


Figura 9: Representación dimensiones cinta transportadora. Fuente: Rodríguez (2021b).

Se usaran las siguientes ecuaciones (Rodríguez, 2021b):

$$A = 0,25 \cdot \tan(\beta) \cdot [l + (b - l) \cdot \cos(\lambda)]^2 + l1 \cdot \sen(\lambda) \cdot [l + l1 \cdot \cos(\lambda)]$$

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05$$

$$l1 = 0,5 \cdot (b - l)$$

Los datos a emplear son:

- ✓ $\beta = 15^\circ$ es el ángulo de reposo de la aceituna.
- ✓ $\lambda = 30^\circ$ es el ángulo de artesa.
- ✓ $l = 0,15$ m es la longitud de los rodillos adecuada para el ancho de banda.

$$b = 0,9 \cdot 0,4 - 0,05 = 0,31$$

$$l1 = 0,5 \cdot (0,31 - 0,15) = 0,08$$

$$A = 0,25 \cdot \tan(15^\circ) \cdot [0,15 + (0,31 - 0,15) \cdot \cos(30^\circ)]^2 + 0,08 \cdot \sin(30^\circ) \cdot [0,15 + 0,08 \cdot \cos(30^\circ)]$$

$$\mathbf{A = 0,014 \, m^2}$$

Se procede además con esta información al cálculo de velocidad de la cinta. Para ello se parte de la siguiente ecuación:

$$Q_v = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k$$

Donde:

- ✓ v es la velocidad de avance.
- ✓ k es un coeficiente de reducción de la capacidad de transporte de la banda a causa de la inclinación y viene dado por:

$$k = 1 - 1,64 \cdot \left(\frac{\varphi \cdot \pi}{180}\right)^2 = 0,93$$

$$v = \frac{0,093 \, m^3/h}{3600 \, s/h \cdot 0,014 \, m^2 \cdot 0,93} = \mathbf{0,002 \, m/s}$$

2.3.2. Potencia del motor.

Para calcular la potencia de accionamiento de la cinta se emplean las siguientes ecuaciones (Rodríguez, 2021b):

- 1) La potencia total (PT) será igual al sumatorio de las siguientes potencias parciales:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

- 2) P_1 es la potencia necesaria para que la cinta funcione en vacío y con carga, siendo la posición horizontal. La ecuación usada es:

$$P_1 = \frac{C_b \cdot v + Q_m}{C_l \cdot K_f}$$

Donde:

- $C_b = 59$ (se obtiene de la figura inferior. Factor de ancho de la banda, C_b)

Tabla 7. Factor de ancho de la banda, C_b								
	Ancho de banda (mm)							
Peso específico γ (t/m ³)	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
$\gamma \leq 1$	31	54	67	81	108	133	194	227
$1 < \gamma \leq 2$	36	59	76	92	126	187	277	320
$\gamma > 2$	-	65	86	103	144	241	360	414

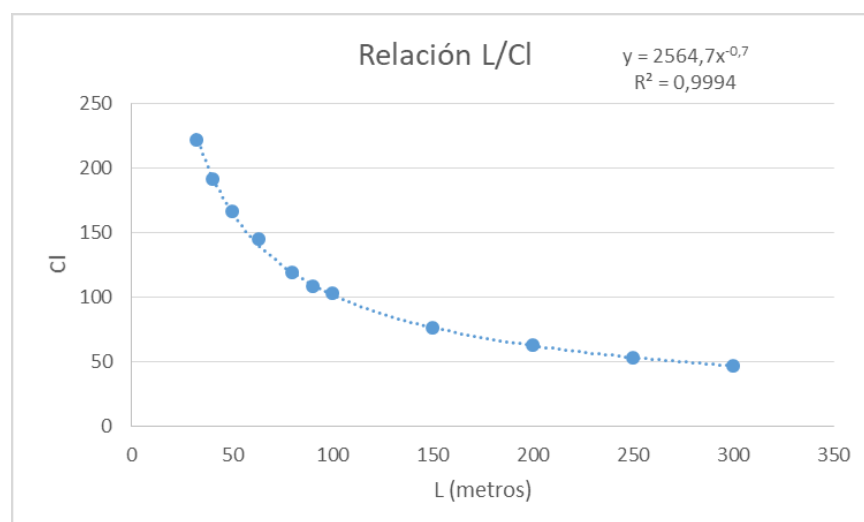
Figura 10: Valores de C_b . Fuente: Rodríguez (2021b)

- $v = 0,002$ m/s es la velocidad de avance de la banda
- $Q_m = 0,121$ t/h es la capacidad de transporte en masa de la banda
- $Cl = 504$ (ver figura inferior. Factor de longitud de la banda, Cl)

Tabla 8. Factor de longitud de la banda, C_l											
Longitud de banda (m)	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
C_l	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

Figura 11: Valores de C_l . Fuente: Rodríguez (2021b)

Como la longitud de la banda es inferior al mínimo valor que aparece en la tabla, se deberá obtener una ecuación con Excel para obtener el valor. Para ello se efectúa una gráfica de dispersión y se añade una regresión potencial, cuyo valor de $R^2=0,9994$ y la ecuación obtenida es: $Cl=2564,7 \cdot L^{-0,7} = 2564,7 \cdot (10,22)^{-0,7} = 504$.

Figura 12: Regresión potencial para obtener C_l . Fuente: elaboración propia.

- $K_f = 1,17$ (obtenido de la figura inferior. Factor de servicio, K_f)

Tabla 9. Factor de servicio, K_f	
Condiciones de trabajo	K_f
Favorables, buena alimentación, bajas velocidades	1,17
Normal, condiciones estándar	1
Desfavorables, baja temperatura y alta velocidad	0,74 - 0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

Figura 13: Selección del factor de servicio, K_f . Fuente: Rodríguez (2021b).

Una vez calculados todos los datos necesarios, se puede calcular P_1 :

$$P_1 = \frac{59 \cdot 0,002 + 0,121}{504 \cdot 1,17} = 4,06 \cdot 10^{-4} \text{ kW}$$

- 3) P_2 hace referencia a la potencia necesaria para elevar la carga a la altura requerida. La ecuación que se va a utilizar es la siguiente:

$$P_2 = \frac{H \cdot Q_m}{367} = \frac{2,1 \cdot 0,121}{367} = 6,94 \cdot 10^{-4} \text{ kW}$$

- 4) Por último, P_3 es la potencia necesaria para vencer rozamientos de elementos auxiliares, dispositivos de limpieza y guías. Por tanto P_3 será igual al sumatorio de las potencias usadas para cada una de las tres etapas indicadas anteriormente. Las ecuaciones a emplear se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Potencias adicionales de equipos auxiliares		
	Ancho de banda (m)	Potencia (kW)
Trippers, P_a	≤ 500	$0,8 \cdot v$
	≤ 1000	$1,5 \cdot v$
	> 1000	$2,3 \cdot v$
Dispositivos de limpieza, P_b	Tipo de contacto / presión	
	Contacto simple	$0,3 \cdot B \cdot v$
	Contacto elevado	$1,5 \cdot B \cdot v$
Guías de carga, P_c	Longitud L_f (m)	
	Desde punto de carga	$0,16 \cdot v \cdot L_f$

Figura 14: Selección de ecuaciones para P_3 . Fuente: Rodríguez (2021b).

Como no se tienen trippers instalados, $P_a=0$. Se suponen unos dispositivos con contacto elevado, ya que la aceituna puede romperse con facilidad y depositar bastante suciedad en la cinta. Por tanto:

$$P_b = 1,5 \cdot B \cdot v = 1,5 \cdot 0,4 \cdot 0,002 = 1,2 \text{ W.}$$

Por último, habiendo seleccionado 1 metro de longitud de guías de carga:

$$P_c = 0,16 \cdot 0,002 \cdot 1 = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ kW}$$

Entonces $P_3 = P_b + P_c = 1,52 \text{ W}$ y $P_T = 2,62 \text{ W}$.

- 5) La potencia del motor será la potencia total requerida (P_T) dividida entre un producto formado por el rendimiento del motor y la caja reductora. Para ello, según fuentes bibliográficas, el rendimiento del motor se supone del 91% y el de la caja reductora del 96% (Rodríguez, 2021b). Entonces:

$$P_M = \frac{2,62}{0,91 \cdot 0,96} = 3 \text{ W}$$

2.3.3. Caracterización de la banda, tambor motriz y poleas de reducción.

Se procede a calcular la resistencia mínima a tracción de la banda (R). Para ello, en primer lugar se calcula el esfuerzo máximo de tracción (F_b). Este se obtiene con la siguiente ecuación (Rodríguez, 2021b):

$$F_b = \frac{P_T \cdot C_1 \cdot 1000}{v}$$

Donde C_1 , es el factor de servicio, obtenido de la siguiente figura:

Tabla 12. Factor de Servicio, C_1						
Recubrimiento de la cara inferior de la banda	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
Ángulo de contacto, α (en grados)	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	3,7	3,2	2,9	5,0	4,0	3,0
Tambor con forro de fricción						
Seco	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4
Mojado	1,8	1,6	1,5	3,7	3,2	2,9
Recubrimiento de la cara inferior de la banda	0, U0, NOVO, E0, A0, T, P			TX0 (AmpMiser)		
Ángulo de contacto, α (en grados)	180°	210°	240°	180°	210°	240°
Tambor de acero liso						
Seco	2,1	1,9	1,7	2,9	2,6	2,3
Mojado	No Recomendable			No Recomendable		
Tambor con forro de fricción						
Seco	1,5	1,4	1,3	1,8	1,6	1,5
Mojado	2,1	1,9	1,7	No Recomendable		

Figura 15: Selección del factor de servicio. Fuente: Rodríguez (2021b).

Se selecciona un tambor con forro de fricción, en nuestro caso goma estriada. El ángulo de contacto será de 180° y el material será uno de los siguientes, según recomendación del proveedor, V3, V5, U2, A5 o E3. Por tanto $C_1 = 1,4$. Por tanto:

$$F_b = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,4 \cdot 1000}{0,002} = 2099,36 \text{ N}$$

Ahora se halla R. Se usa la ecuación:

$$R = \frac{F_b \cdot C_s}{B}$$

Se tiene C_s como coeficiente de seguridad. Se elige $C_s=10$ para dar bastante margen.

$$R = \frac{2099,36 \cdot 10}{400} = 52,48 \text{ N/mm}$$

Una vez determinado R, se deberá elegir una banda con un valor de R superior de entre los valores de resistencias que estén normalizados. Estos valores se muestran en la siguiente figura:

Tabla 13. Resistencias nominales (R_N) de las bandas textiles (N/mm)									
126	160	200	250	315	400	500	630	800	1000

Figura 16: Resistencias nominales bandas textiles. Fuente: Rodríguez (2021b)

Se debe elegir $R_N=126 \text{ N/mm}$. Además se calcula el coeficiente de seguridad por resistencia a la tracción:

$$C_s = \frac{126}{52,48} = 2,4$$

Tras esto, se procede a calcular las tensiones de trabajo de la banda tanto en estado estacionario como en estado no estacionario. Se hace también en no estacionario ya que durante el arranque se producen picos de tensiones.

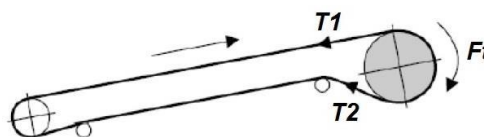


Figura 17: Tensiones presentes en la banda. Fuente: Rodríguez (2021b).

a) Estado estacionario.

En primer lugar, se calcula la fuerza tangencial (F_t) que transmite el tambor motriz a la cinta. Para ello se usa la siguiente fórmula:

$$F_t = \frac{P_T \cdot 1000}{v} = \frac{3}{0,002} = 1500 \text{ N}$$

La ecuación de Euler-Eytelwein, que ahora se usa, establece la relación entre las tensiones T_1 y T_2 . Cabe destacar que T_1 es la tensión del lado más tenso de la banda y T_2 la del lado menos tenso.

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha}$$

Donde:

✓ μ : Coeficiente de fricción entre la cinta y el tambor. Se obtiene de la siguiente figura:

Tabla 14. Valores del coeficiente de fricción, μ		
Superficie del Tambor	Sin Recubrimiento	Con Recubrimiento
Alta adherencia	0,35	0,45
Seca	0,35	0,40
Húmeda	0,20	0,35
Mojada	0,10	0,30

Figura 18: Valores coeficientes de fricción. Fuente: Rodríguez (2021b).

Se va a emplear 0,45, ya que se tiene un tambor de alta adherencia por su recubrimiento.

✓ α : Ángulo de contacto en radianes. $180^\circ = \pi \text{ rad}$

✓ Por otro lado se sabe que:

$$F_t = T_1 + T_2 \quad T_1 = F_t - T_2 = 1500 - T_2$$

Por tanto con ambas ecuaciones se tiene lo siguiente:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha} = \frac{1500 - T_2}{T_2} = e^{0,45 \cdot \pi} \quad T_2 = \mathbf{293,47 \text{ N}}$$

$$T_1 = 1500 - 293,47 = \mathbf{1206,53 \text{ N}}$$

b) No estacionario.

La expresión para la fuerza tangencial en el arranque (F_{tA}) es:

$$F_{tA} = 1,6 \cdot F_t = \mathbf{2400\ N}.$$

Ahora, el coeficiente de fricción (μ_A) en el momento de arranque puede ser estimado de la siguiente forma:

$$\mu_A = \mu + 0,05 = 0,50$$

Por último, se vuelven a calcular las tensiones en el arranque T_1 y T_2 , con las siguientes expresiones matemáticas:

$$T_{1A} = \frac{F_{tA} \cdot e^{\mu_A \cdot \alpha}}{e^{\mu_A \cdot \alpha} - 1} \quad T_{2A} = \frac{F_{tA}}{e^{\mu_A \cdot \alpha} - 1}$$

$$T_{1A} = \frac{2400 \cdot e^{0,5 \cdot \pi}}{e^{0,5 \cdot \pi} - 1} = \mathbf{3029,84\ N} \quad T_{2A} = \frac{2400}{e^{0,5 \cdot \pi} - 1} = \mathbf{629,84\ N}$$

Por tanto, el esfuerzo del tambor motriz en el arranque será de:

$$F_{tA} = T_{1A} + T_{2A} = \mathbf{3659,68\ N}.$$

Ahora, se procede a calcular el diámetro (D_t) y la velocidad de giro (n_t) del tambor motriz. Para ello se usan las siguientes expresiones:

$$1) D_t = \frac{36 \cdot F_t}{p \cdot \pi \cdot \alpha \cdot B} \quad 2) n_t = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot D_t}$$

Todas las variables están definidas con anterioridad salvo p , que es la capacidad de transmisión tambor/banda y suele estar entre 1600-2000. Se elige el valor 1800.

$$D_t = \frac{36 \cdot 1500}{1800 \cdot \pi \cdot 180^\circ \cdot 0,4} = 0,136m = \mathbf{13,6\ cm}$$

Se debe usar un diámetro de tambor normalizado en la norma DIN-22101. Será el elegido $D_t = 200\ mm = 20\ cm$.

Ahora para calcular la velocidad de giro:

$$n_t = \frac{0,002 \cdot 60}{\pi \cdot 0,200} = \mathbf{0,191\ r.p.m}$$

Por último, se recalcula R , con la tensión más grande que se haya calculado. En este caso es $T_{1A} = 302,84 \text{ N}$.

$$R = \frac{302,84 \cdot 10}{400} = 75,75 \text{ N/mm}$$

Se vuelve a seleccionar la banda de resistencia normalizada de 126 N/mm y se recalcula el coeficiente de seguridad:

$$C_s = \frac{126}{75,75} = 1,68$$

Ahora se procede al cálculo de las poleas de reducción de velocidad. Se tendrá una polea en el eje motriz del motor de 20 mm de diámetro y una polea de $234,6 \text{ mm}$ de diámetro en el tambor motriz. En mitad de ambas, se incluirá una polea de doble canal: con un canal de 500 mm de diámetro y otro de 20 mm de diámetro.

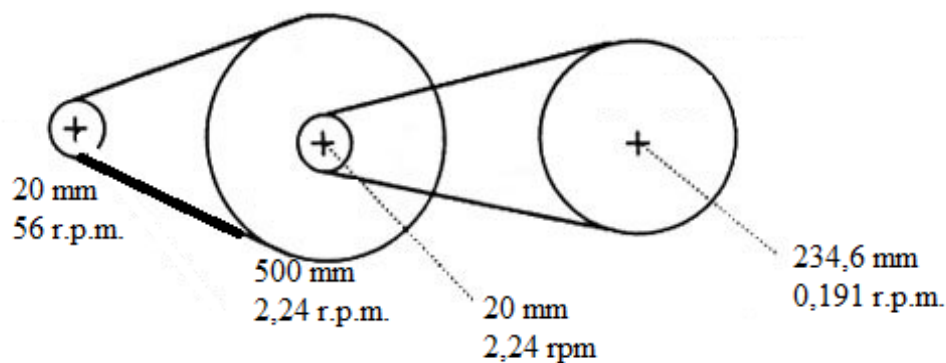


Figura 19: Disposición, velocidades y medidas de las poleas reductoras.

Para calcular la polea central, se elige un diámetro grande para intentar disminuir bastante la velocidad y se usan la siguiente expresión:

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

$$56 \text{ r.p.m.} \cdot 20 \text{ mm} = n_2 \cdot 500 \text{ mm}$$

$$n_2 = 2,24 \text{ r.p.m.}$$

La velocidad es la misma tanto para el canal de 500 mm como para el de 20 mm . Por tanto con una relación análoga a la usada anteriormente, se obtiene el diámetro necesario de la tercera polea:

$$n_2 \cdot d_{2*} = n_3 \cdot d_3$$

$$2,24 \text{ r.p.m.} \cdot 20 \text{ mm} = 0,191 \text{ r.p.m.} \cdot d_3$$

$$234,56 \text{ mm} = d_3$$

2.4. Diseño del tornillo sinfín.

2.4.1. Dimensiones del equipo.

Para su diseño, en primer lugar se definen los siguientes conceptos:

1) Área de relleno del canalón

$$S = \lambda \cdot \frac{\pi \cdot D}{24}$$

Donde:

-S: Área de relleno del canalón (m²)

-λ: Coeficiente de relleno, se obtiene de la siguiente figura:

Tipo de carga	Coeficiente de relleno, λ
Pesada y abrasiva	0,125
Pesada y poco abrasiva	0,25
Ligera y poco abrasiva	0,32
Ligera y no abrasiva	0,4

Figura 20: Selección del valor del coeficiente de relleno. Fuente: Rodríguez (2021a).

-D: Diámetro del canalón (m)

2) Velocidad de desplazamiento del material

$$v = \frac{p \cdot n}{60}$$

Donde:

-p: Paso del tornillo (m). Se le asignará 1,8 veces el diámetro del canalón.

-n: velocidad de giro del eje (r.p.m.). Se supone **n=65 r.p.m.**, al ser la velocidad adecuada para el paso de hélice seleccionado. Además, este se muestra a continuación:

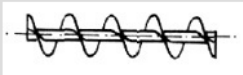


Tipo de Hélice	Tipo de Material para Transportar / Aplicación	Figura
Hélice continua, de paso igual al diámetro	Tipo de hélice normal para transporte de sólidos	
Hélice de gran paso, de 1,5 a 2 veces el diámetro	Se utiliza para productos que fluyen muy bien	
Hélice de pequeño paso, normalmente la mitad del diámetro	Se utiliza en tornillos sin fin inclinados hasta unos 20-25°, o cuando se quiere un prolongado tiempo de permanencia del producto en el transportador con el objeto de enfriarlo, secarlo, etc.	

Figura 21: Elección del tipo de hélice. Fuente: Rodríguez (2021a).

Ahora con la ecuación del flujo de material, se va a determinar el diámetro del canalón.

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \cdot \rho \cdot i$$

Se usa $\gamma=1,06$ toneladas/m³ (densidad pasta de aceitunas) y para hallar i , se realiza una regresión ya que no existen datos para el ángulo de inclinación deseado que es de 33,69°, para este caso. Este ángulo se calcula por medio de razones trigonométricas de la siguiente forma.

Dada la existencia de 1,5 metros de distancia entre ambos equipos y la diferencia de alturas a conseguir es de 1 metro, se obtiene el ángulo así:

$$\tan \theta = \frac{1}{1,5}$$

$$\theta = 33,69^\circ$$

Inclinación del canalón	0°	5°	10°	15°	20°
i	1	0,9	0,8	0,7	0,6

Figura 22: Elección del factor i . Fuente: Rodríguez (2021a).

Se procede a realizar la regresión para obtener i :

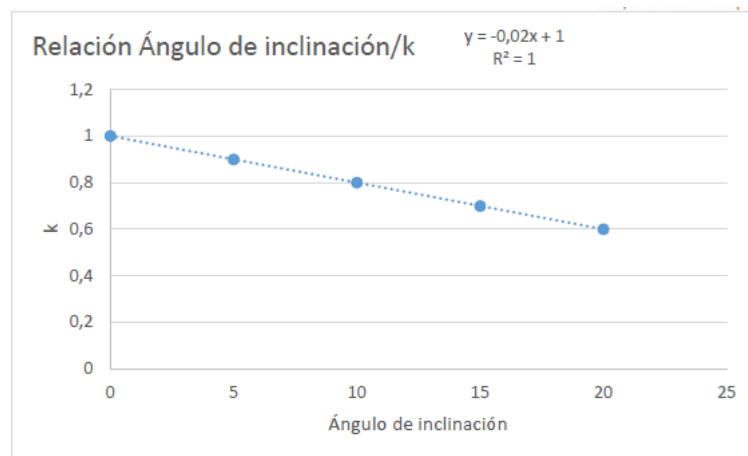


Figura 23: Relación ángulo de inclinación/k. Fuente: elaboración propia.

$$k = -0,02 \cdot (\text{ángulo}) + 1 = -0,02 \cdot 33,69 + 1 = 0,326$$

Si se sustituyen todas las ecuaciones en la de flujo de material, quedaría así:

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \cdot \gamma \cdot k = 3600 \cdot 0,25 \cdot \frac{\pi \cdot D}{24} \cdot \frac{1,8 \cdot D \cdot 65}{60} \cdot 1,06 \cdot 0,326 = 0,121 \frac{t}{h}$$

Se obtiene el diámetro a partir de esta fórmula:

$$D = 0,063m$$

2.4.2. Potencia del motor.

Se procede al cálculo de la potencia de accionamiento (P). Esta es la resultante de tres componentes que son las siguientes:

-P_H: potencia necesaria para el desplazamiento horizontal de la masa.

-P_N: potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío.

-P_i: potencia necesaria para sinfín inclinado.

$$P = P_H + P_N + P_i$$

$$P_H = \frac{c_0 \cdot Q \cdot L}{367}$$

$$P_N = \frac{D \cdot L}{20}$$

$$P_i = \frac{Q \cdot H}{367}$$

Se sustituye y despeja:

$$P = c_0 \cdot \frac{Q \cdot L}{367} + \frac{D \cdot L}{20} + \frac{Q \cdot H}{367} = \frac{Q \cdot (c_0 \cdot L + H)}{367} + \frac{D \cdot L}{20}$$

Donde:

-Q: el flujo de masa (t/h). **Q=0,121 t/h**

-c₀: el coeficiente de resistencia del material transportado. Se puede obtener de la siguiente figura:

Tipo de material	Valor de c ₀
Harina, serrín, productos granulosos	1,2
Turba, sosa, polvo de carbón	1,6
Antracita, carbón, sal de roca	2,5
Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, cal, arena	4

Figura 24: Elección de c₀. Fuente: Rodríguez (2021a).

-L: longitud del sinfín (m). **L=1,80m**. Se obtiene por razones trigonométricas:

$$\sin 33,69^\circ = \frac{1}{L} \quad L = 1,80 \text{ m}$$

-H: altura a alcanzar (m). **H=1m**

-D: diámetro del tornillo (m). **D=0,07m**

$$P = 4 \cdot \frac{0,121 \cdot 1,8}{367} + \frac{0,07 \cdot 1,8}{20} + \frac{0,121 \cdot 1}{367} = 9 \text{ W}$$

2.4.3. Caracterización de los engranajes de reducción.

Será necesario un engranaje de 20 dientes en el eje del motorreductor y otro de 17 dientes en el eje de giro del tornillo. Esto se calcula de la siguiente forma:

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

$$56 \text{ r.p.m.} \cdot 20 = 65 \text{ r.p.m.} \cdot d_2$$

$$\mathbf{17 \text{ dientes} = d_2}$$

2.5. Diseño de tanques de almacenamiento de aceite de oliva.

2.5.1. Dimensiones del equipo.

Se decide que el depósito contenga cuerpo cilíndrico y fondo cónico. Por tanto, su volumen total será la suma del volumen de la parte cónica más el de la parte cilíndrica.

$$V = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{3} + \pi \cdot r^2 \cdot H$$

Donde:

- ✓ r: radio del cilindro y de la base del cono.
- ✓ H: altura del cilindro (Se supone H=0,4 metros)
- ✓ h: altura del cono (Se supone h=0,6 metros)

$$1m^3 = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot 0,6}{3} + \pi \cdot r^2 \cdot 0,4$$
$$\mathbf{r = 0,7284\ m}$$

2.5.2. Espesor de chapa.

Los tanques de almacenamiento de aceite de oliva se diseñan según el código API-ASME, para el diseño de tanques que trabajan a presión atmosférica.

El espesor (t) de cada una de las partes de los tanques viene dado por las siguientes ecuaciones:

$$t_{cilindro} = \frac{\gamma \cdot d \cdot r}{\sigma_t \cdot E_s}$$

$$t_{cono} = \frac{\gamma \cdot d^2 \cdot \tan \alpha}{4 \cdot \sigma_t \cdot E_s \cdot \cos \alpha}$$

Donde:

- ✓ γ : densidad del aceite de oliva ($9,16 \times 10^{-4} \text{ kg/cm}^3$).
- ✓ d: altura alcanzada por el aceite (se supone 97 cm).
- ✓ r = radio del cilindro y base del cono (72,84 cm).
- ✓ σ_t = tensión máxima admisible del acero AISI 316 ($1580,535 \text{ kg/cm}^2$). Se obtiene de la siguiente tabla y se aplica conversión de unidades:

Type	Min. Yield MPa	Min. Tensile MPa	Allowable Stress (S_d) (in MPa) for Maximum Design Temperature Not Exceeding					
			40°C	90°C	150°C	200°C	260°C	S_t Ambient
201-1	260	515	155	136	125	121	--	234
201LN	310	655	197	172	153	145	143	279
304	205	515	155	155	140	128	121	186
304L	170	485	145	132	119	109	101	155
316	205	515	155	155	145	133	123	186
316L	170	485	145	131	117	107	99	155
317	205	515	155	155	145	133	123	186
317L	205	515	155	155	145	133	123	186

Figura 25: Tensión admisible según API-650.

$$155 \text{ MPa} \cdot \frac{10,197 \text{ kg/cm}^2}{1 \text{ MPa}} = 1580,535 \text{ kg/cm}^2$$

- ✓ Es = eficiencia de soldadura según tipo. Se suele tomar el valor 0,6.
- ✓ α = semiángulo de la abertura del cono (50,52°). Se obtiene por trigonometría:

$$\alpha = \arctan \frac{\text{radio cilindro}}{\text{altura cono}} = \arctan \frac{0,7284 \text{ m}}{0,6 \text{ m}} = 50,52^\circ$$

Una vez se tienen los datos necesarios, se procede al cálculo:

$$t_{\text{cilindro}} = \frac{9,16 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot 97 \text{ cm} \cdot 72,84 \text{ cm}}{1580,535 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0,6} = 0,00682 \text{ cm} = 0,0682 \text{ mm}$$

$$t_{\text{cono}} = \frac{9,16 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot (97 \text{ cm})^2 \cdot \tan 50,52^\circ}{4 \cdot 1580,535 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0,6 \cdot \cos 50,52^\circ} = 0,00434 \text{ cm} = 0,0434 \text{ mm}$$

3. Referencias bibliográficas.

- Amorós, J.L., Mallol, G., Sánchez, E. y García, J. (2000). Diseño de silos y tolvas para el almacenamiento de materiales pulverulentos. Problemas asociados a la operación de descarga. En *Qualicer2000* de Qualicer.
- Beltrán, G., Jiménez, A., Aguilera, M.P. y Uceda, M. (2005). Estudio de las condiciones de batido de la pasta: Tiempo, temperatura y coadyuvantes. Influencia sobre el rendimiento del proceso y los compuestos de interés nutricional y sensorial. Proyecto CAO001-019. En *Foro de la tecnología oleícola y de la calidad* del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA).
- Espínola, F. (1996). Cambios tecnológicos en la extracción del aceite de oliva virgen. *Alimentación, equipos y tecnología*, 15(3), 51 – 56.
- Haywood, R. (1968). *Thermodynamic Tables in SI (Metric) Units*. Cambridge University Press.
- Hermoso, M., González, J., Uceda, M., García-Ortiz, A., Morales, J., Frías, L. y Fernández, A. (2001). *Elaboración del aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases*. Junta de Andalucía, Conserjería de Agricultura y Pesca.
- López, J.A. y Espínola, F. (1995). Simulación del decantador centrífugo en la extracción del aceite de oliva virgen. En *VII Simposio andaluz del alimento* de la Universidad de Jaén.
- Montaño, A. (2016). La importancia del batido y futuras innovaciones. Centro Tecnológico Nacional Agroalimentario Extremadura (CTAEX). Nombre de la página: <https://acortar.link/IEDR42>
- Paredes, A. J. (2017). Diseño mecánico de tolvas industriales (tercera parte). Nombre de la página: <https://acortar.link/Bk8ard>
- Rodríguez, H. (2021a). Cálculo de Transportadores de Tornillo Sin Fin. Nombre de la página: <https://acortar.link/CBzIqR>
- Rodríguez, H. (2021b). Cálculo y diseño de cintas transportadoras. Nombre de la página: <https://acortar.link/52AiVf>
- Rodríguez, M. (2005). Anexo I. Datos para la estimación de costes. Nombre de la página: <https://acortar.link/Cg5Hgm>

Vergara, A. (2016). Resumen no técnico del proyecto básico para la solicitud de autorización ambiental unificada de una fábrica de elaboración de aceite de oliva en Castañar de Ibor (Cáceres). En *Extremambiente* de la Conserjería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de la Junta de Extremadura.

DOCUMENTO 3:

PLANOS

ÍNDICE-PLANOS:

TERMOBATIDORA:

- ✓ Batidora1: Vista explosionada.
- ✓ Batidora2: Tapadera.
- ✓ Batidora3: Hélice mezcladora.
- ✓ Batidora4: Depósito de batido.
- ✓ Batidora5: Encamisado.
- ✓ Batidora6: Aislante térmico.
- ✓ Batidora7: Soporte.

TOLVA DE RECEPCIÓN:

- ✓ Tolva1: Vista explosionada.
- ✓ Tolva2: Vista ensamblada.
- ✓ Tolva3: Cuerpo de la tolva.
- ✓ Tolva4: Tapadera.

CINTA DE TRANSPORTE:

- ✓ Cinta1: Vista ensamblada.
- ✓ Cinta2: Vista explosionada.
- ✓ Cinta3: Cinta.
- ✓ Cinta4: Lateral.
- ✓ Cinta5: Tambor motriz.
- ✓ Cinta6: Rodillos.
- ✓ Cinta7: Soporte.

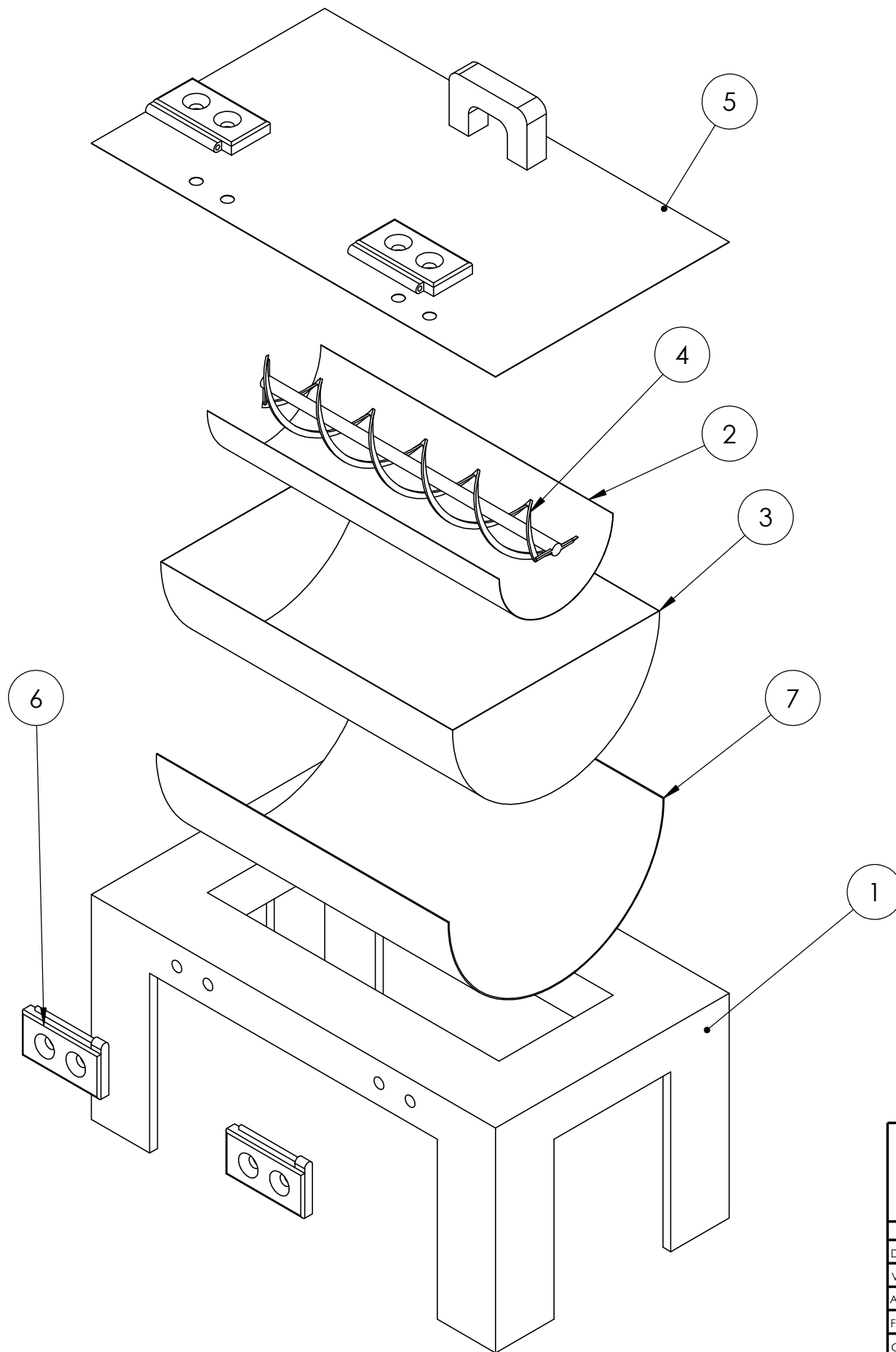
TORNILLO SINFÍN:

- ✓ Tornillo1: Vista ensamblada.
- ✓ Tornillo2: Vista explosionada.
- ✓ Tornillo3: Carcasa.
- ✓ Tornillo4: Tornillo sinfín.
- ✓ Tornillo5: Soporte.


DEPÓSITO ACEITE LIMPIO:

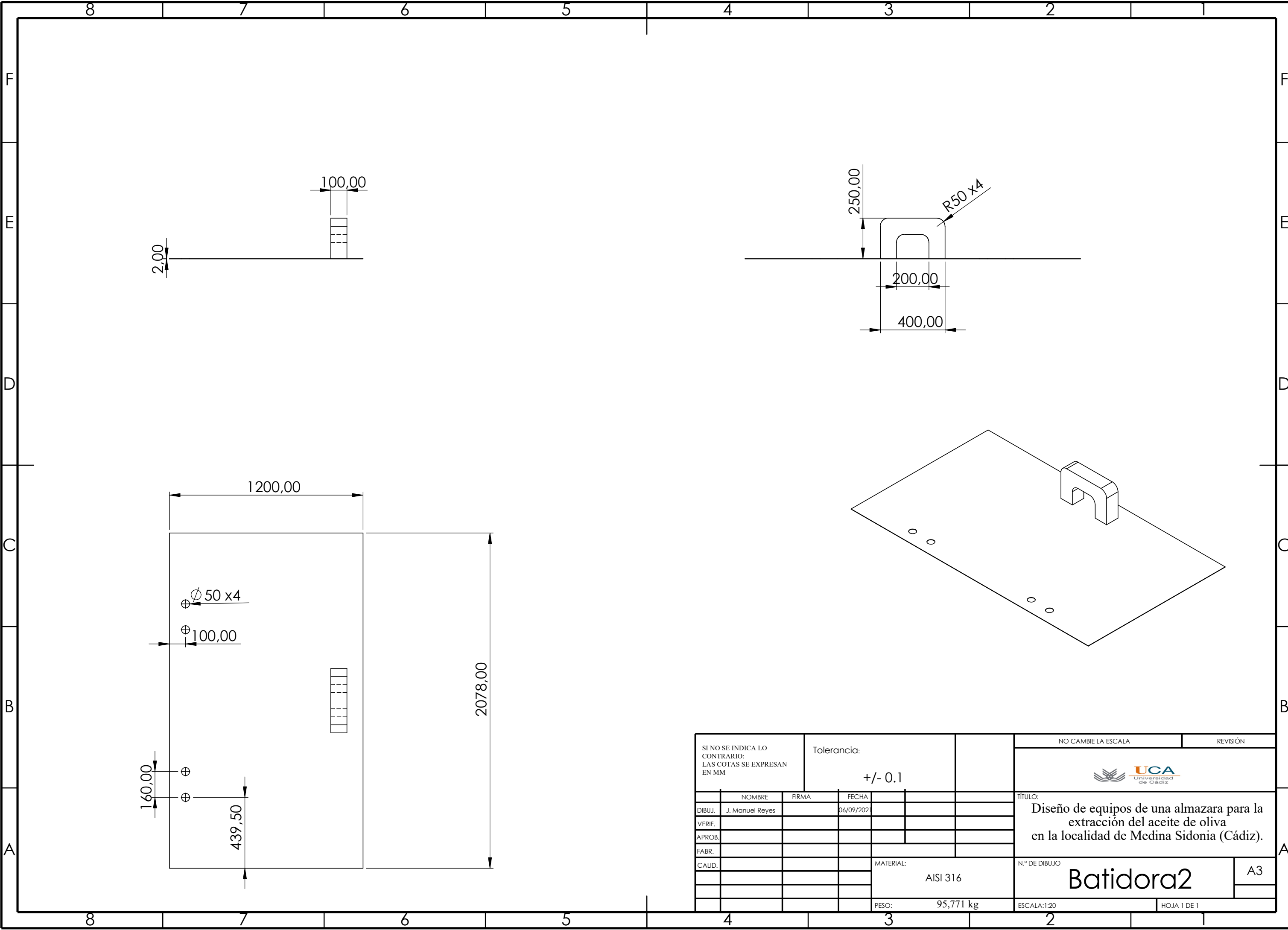
- ✓ Depósito1: Vista explosionada.
- ✓ Depósito2: Vista ensamblada.
- ✓ Depósito3: Soporte.
- ✓ Depósito4: Tapadera.
- ✓ Depósito5: Cuerpo del depósito.


VISTA SUPERIOR DE LA PLANTA

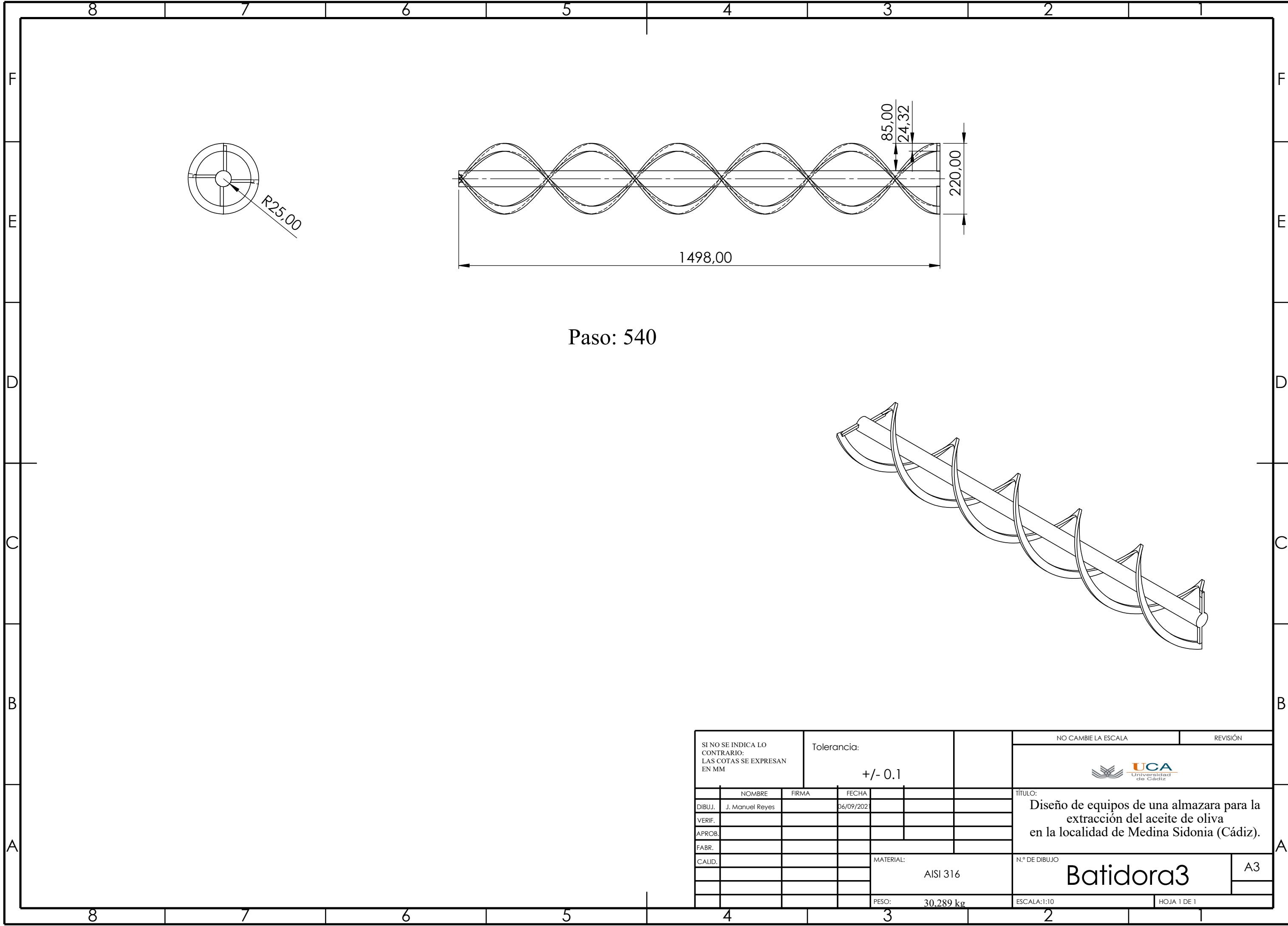


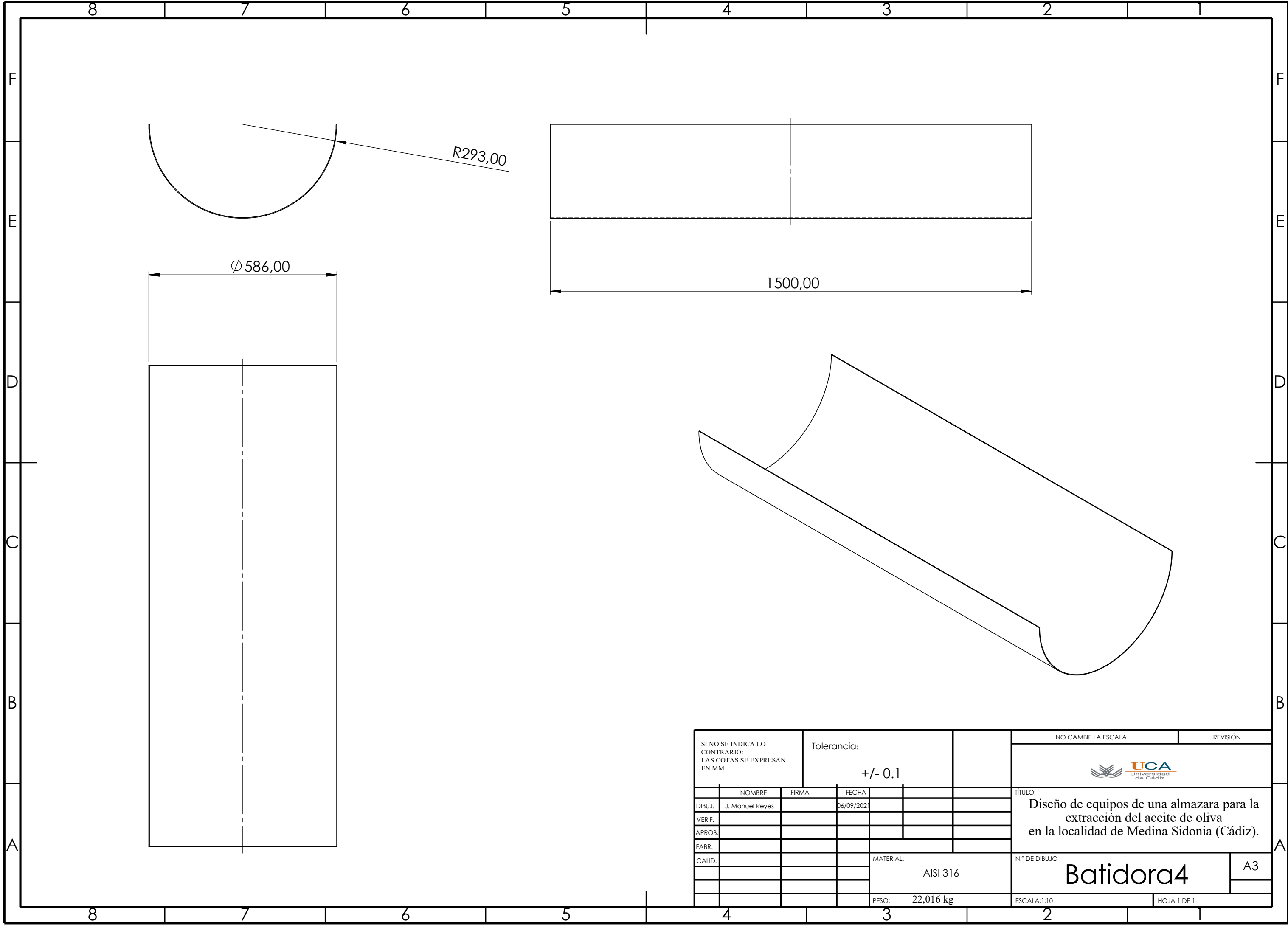
- 1: Soporte
- 2: Depósito de batido
- 3: Depósito encamisado
- 4: Hélice mezcladora
- 5: Tapa
- 6: Bisagras
- 7: Aislante térmico


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN					
													
						TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).							
DIBUJ.		J. Manuel Reyes		FIRMA						FECHA		06/09/202	
VERIF.													
APROB.													
FABR.													
CALID.						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO		A3			
						AISI 316		Batidora1					
								ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1			
						PESO: 3471,904 kg							

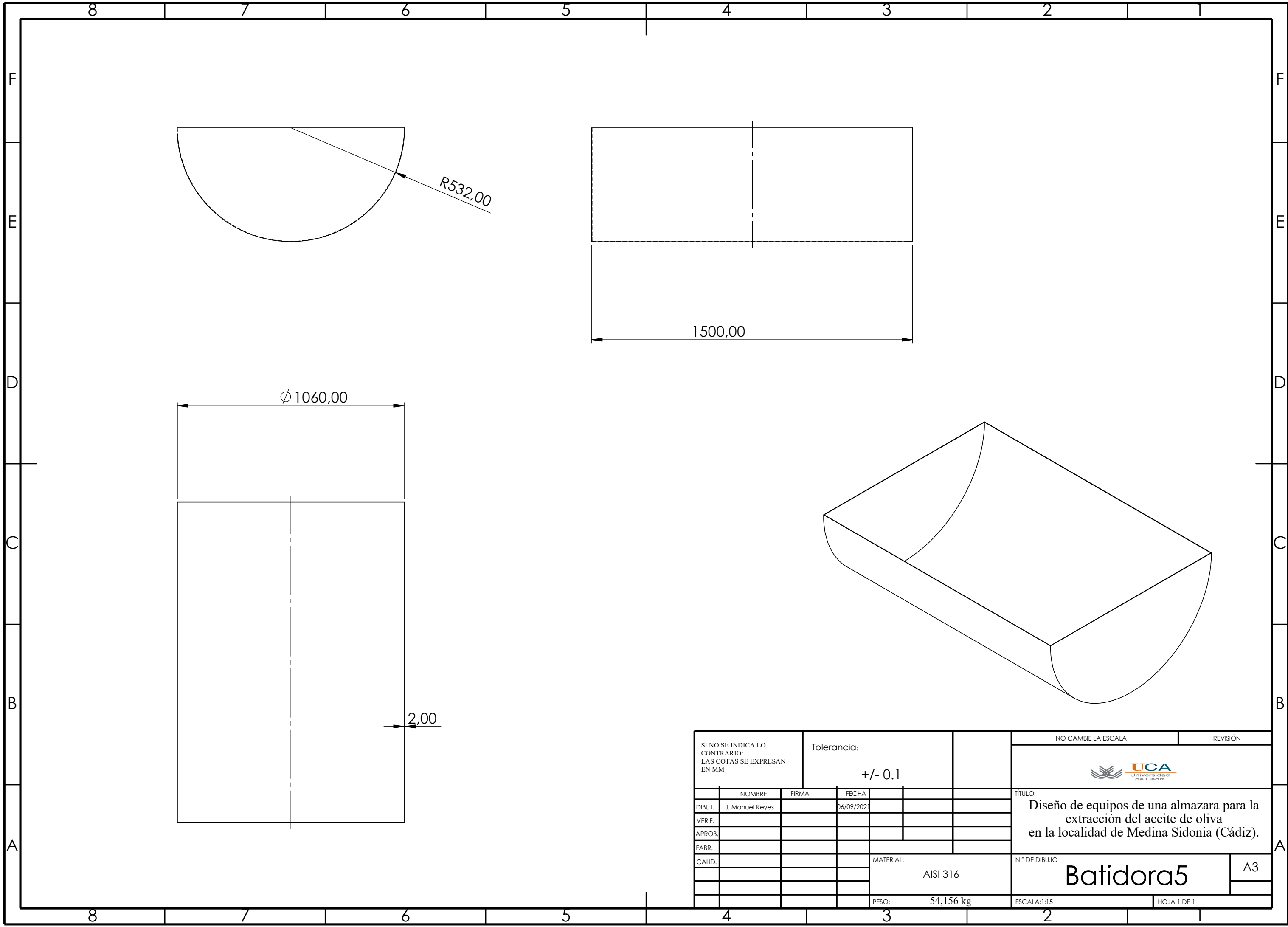


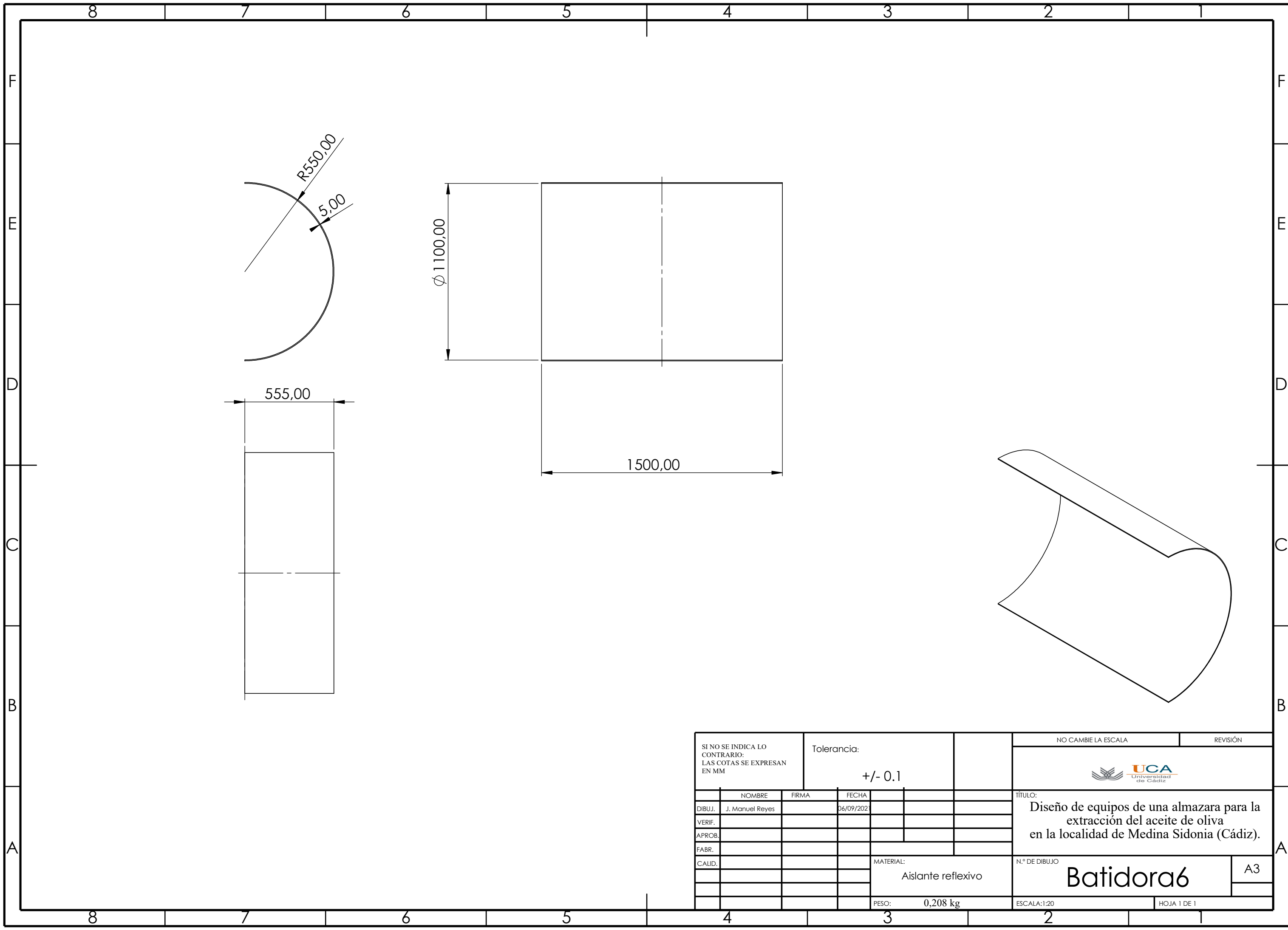
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
											
						TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).					
NOMBRE		FIRMA		FECHA							
DIBUJ.		J. Manuel Reyes		06/09/2021							
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL: AISI 316		N.º DE DIBUJO		A3			
						Batidora2					
				PESO:		95,771 kg		ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1	



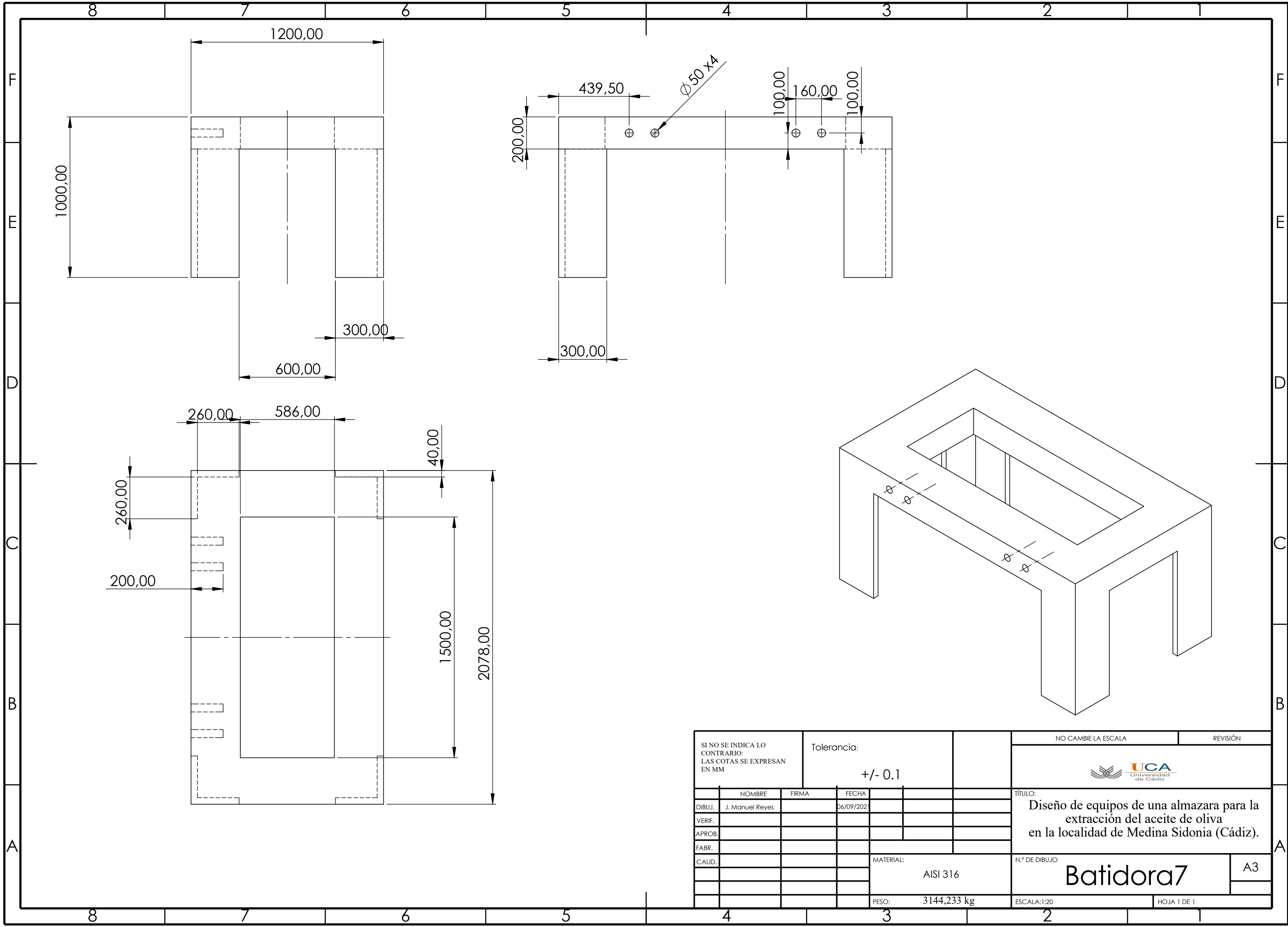


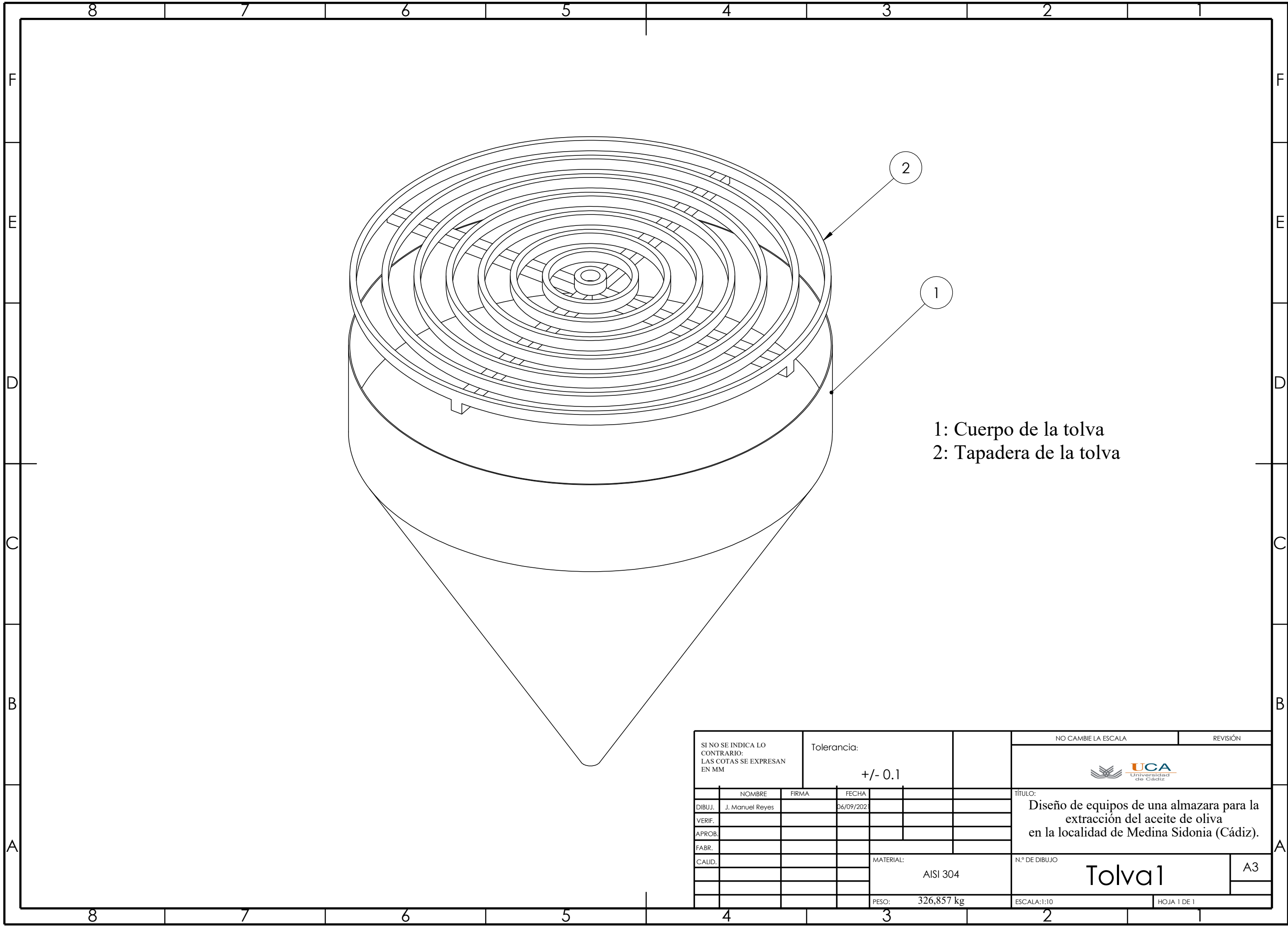
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
						 UCA Universidad de Cádiz		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 316		N.º DE DIBUJO Batidora4		A3
				PESO: 22,016 kg		ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1






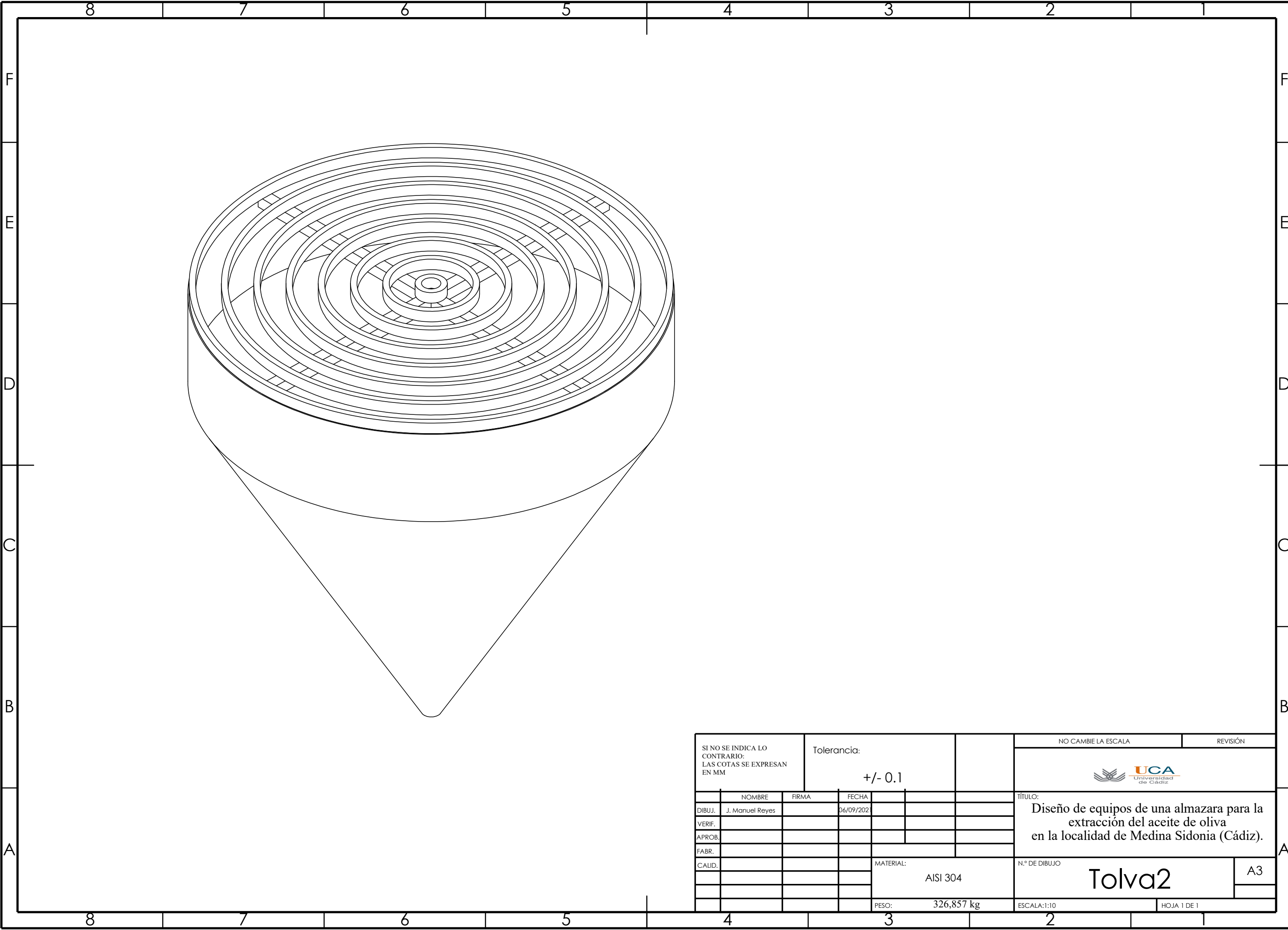
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
									
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021						
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL: Aislante reflexivo			N.º DE DIBUJO Batidora6		A3
				PESO: 0,208 kg			ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1




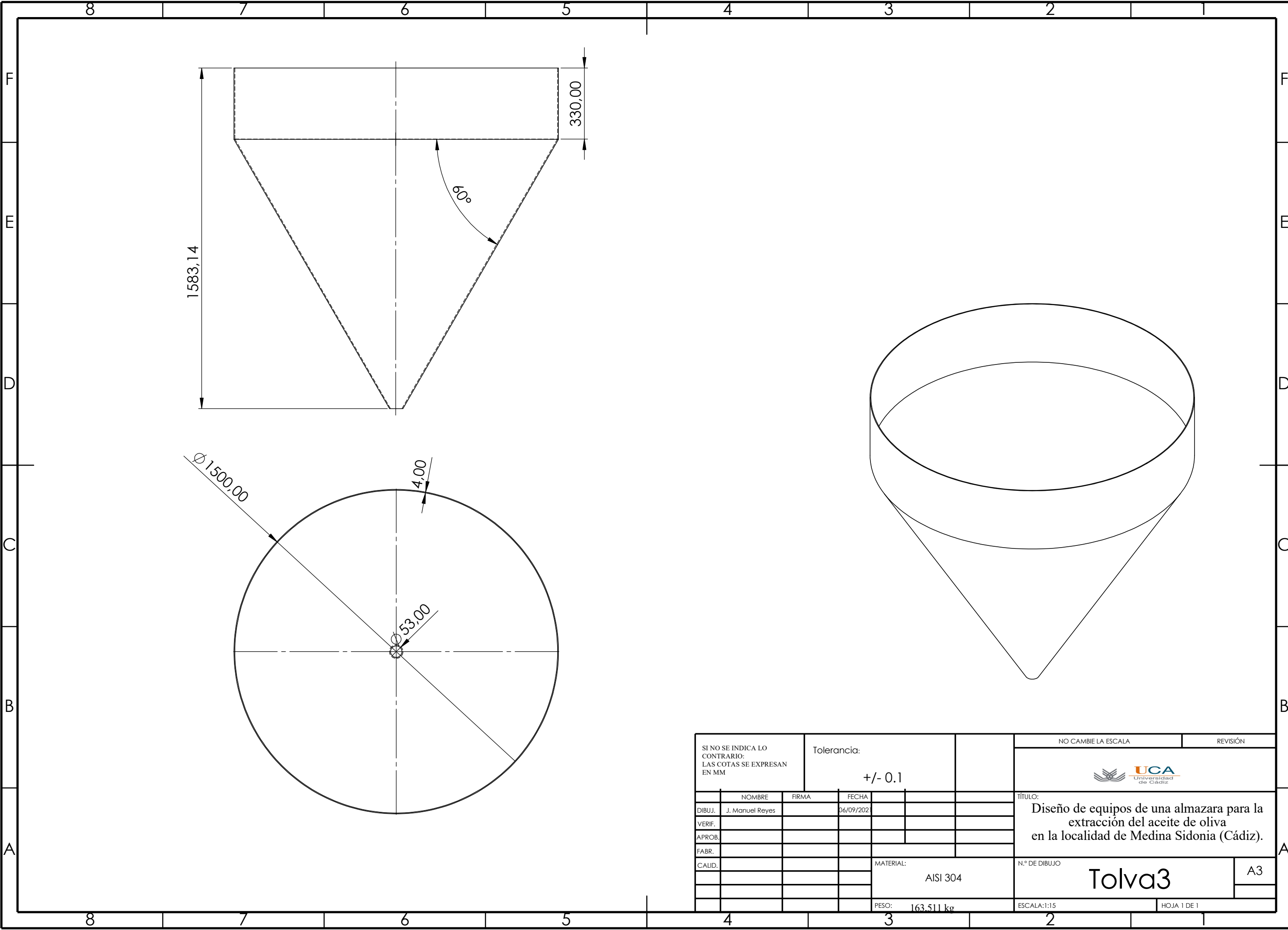



1: Cuerpo de la tolva
2: Tapadera de la tolva

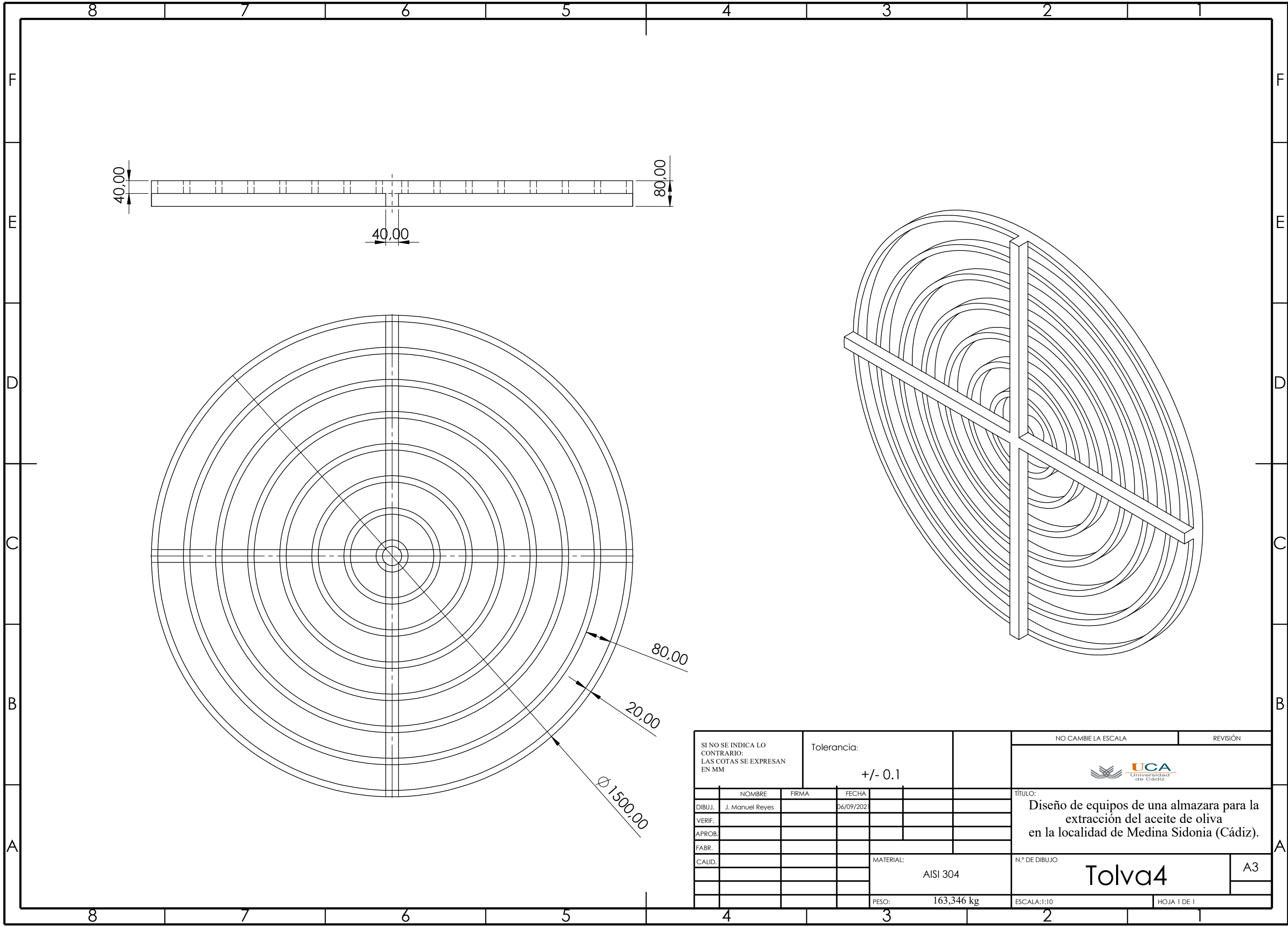
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
									
						TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).			
						N.º DE DIBUJO		A3	
						Tolva1			
						PESO: 326,857 kg		ESCALA:1:10	
						HOJA 1 DE 1			




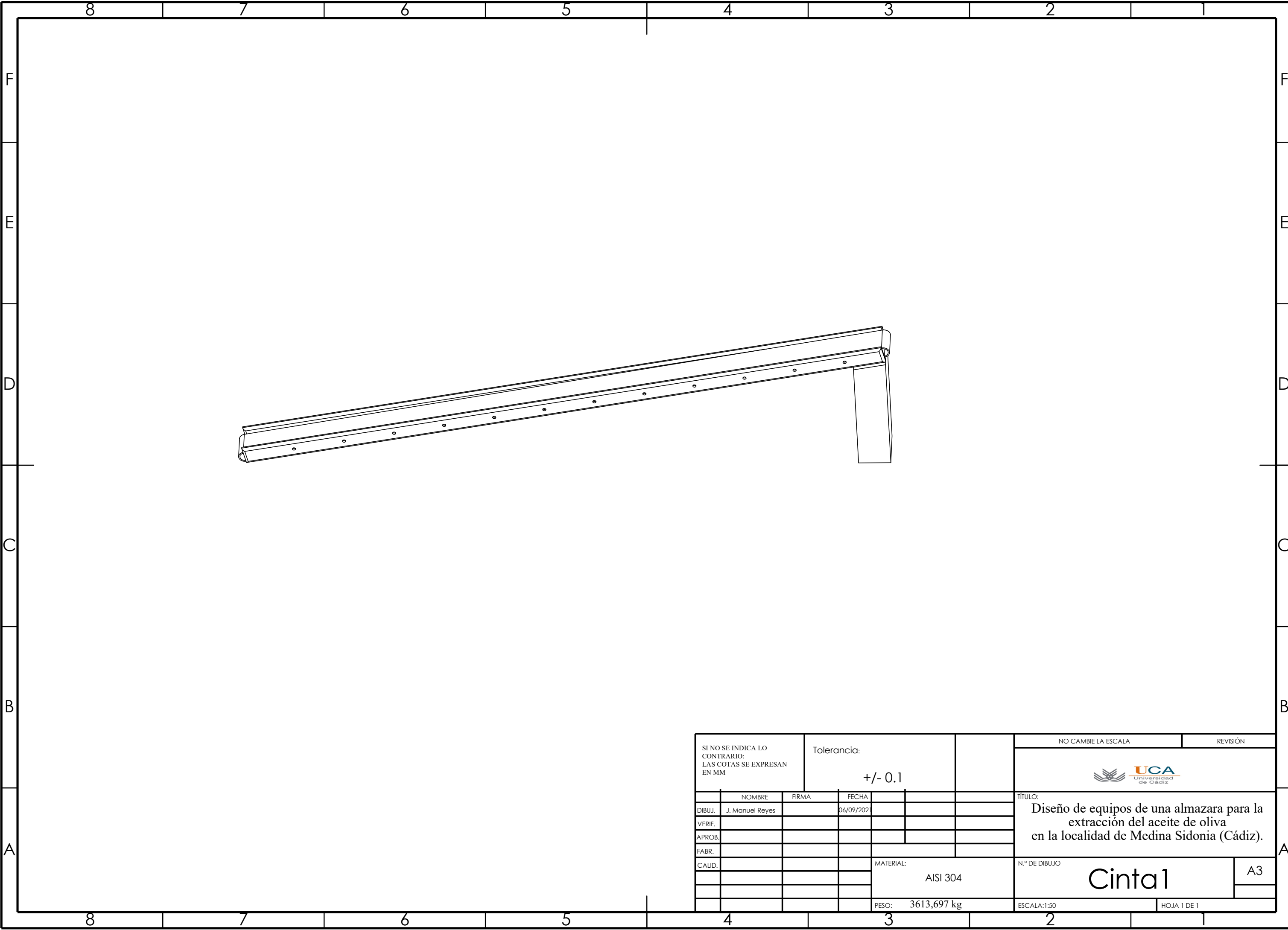
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
									
						TÍTULO:			
						Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).			
						N.º DE DIBUJO		A3	
						Tolva2			
						PESO: 326,857 kg		ESCALA:1:10	
						HOJA 1 DE 1			




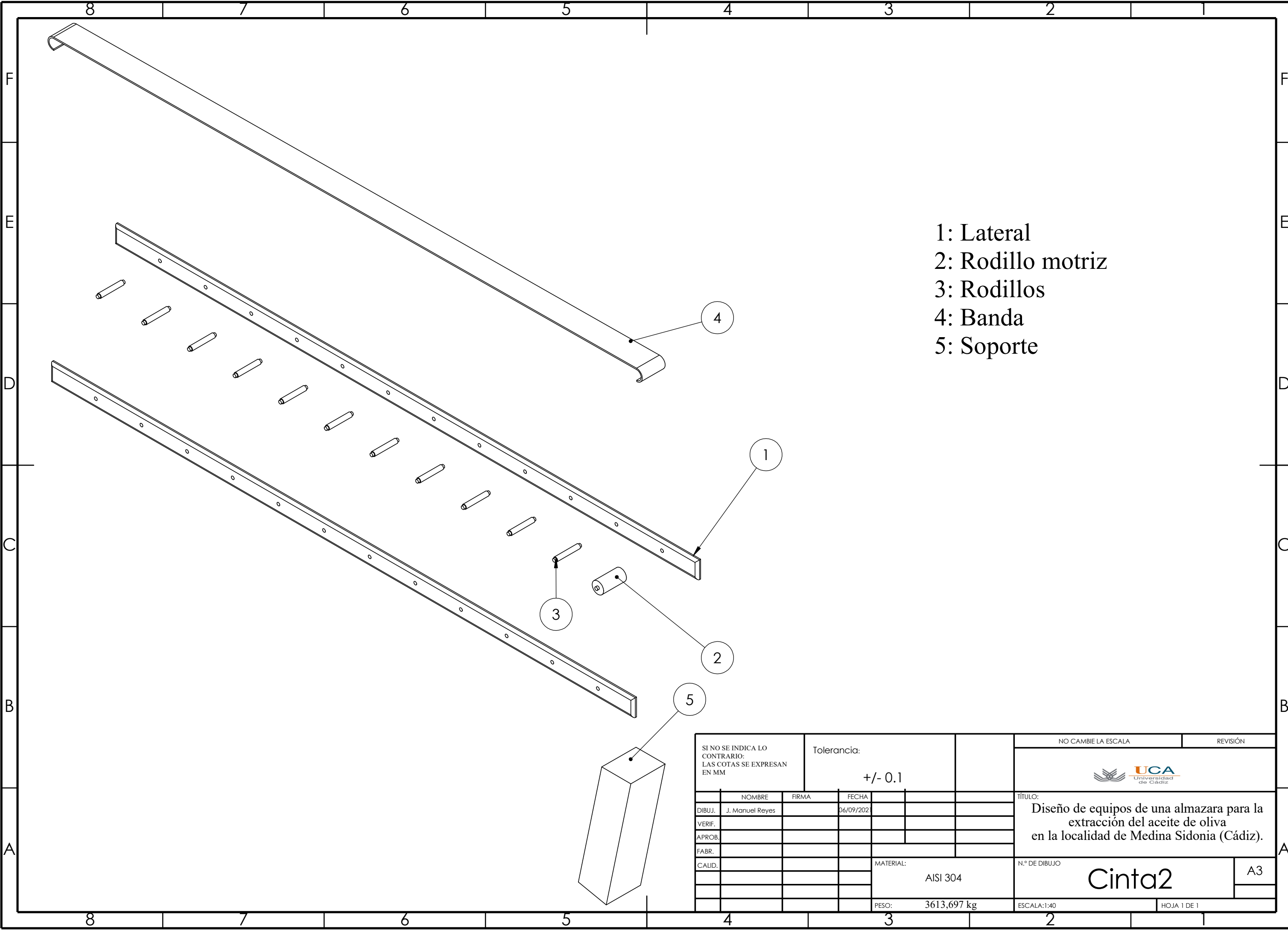
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
											
						TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).					
NOMBRE		FIRMA		FECHA							
DIBUJ.		J. Manuel Reyes		06/09/202							
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO			
						AISI 304		Tolva3			
								A3			
						PESO: 163.511 kg		ESCALA:1:15			
								HOJA 1 DE 1			




SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN		
											
						TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).					
						N.º DE DIBUJO				A3	
						MATERIAL: AISI 304					
						PESO: 163,346 kg				ESCALA:1:10	
						ESCALA:1:10				HOJA 1 DE 1	
NOMBRE			FIRMA			FECHA					
DIBUJ.			J. Manuel Reyes			06/09/2021					
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											

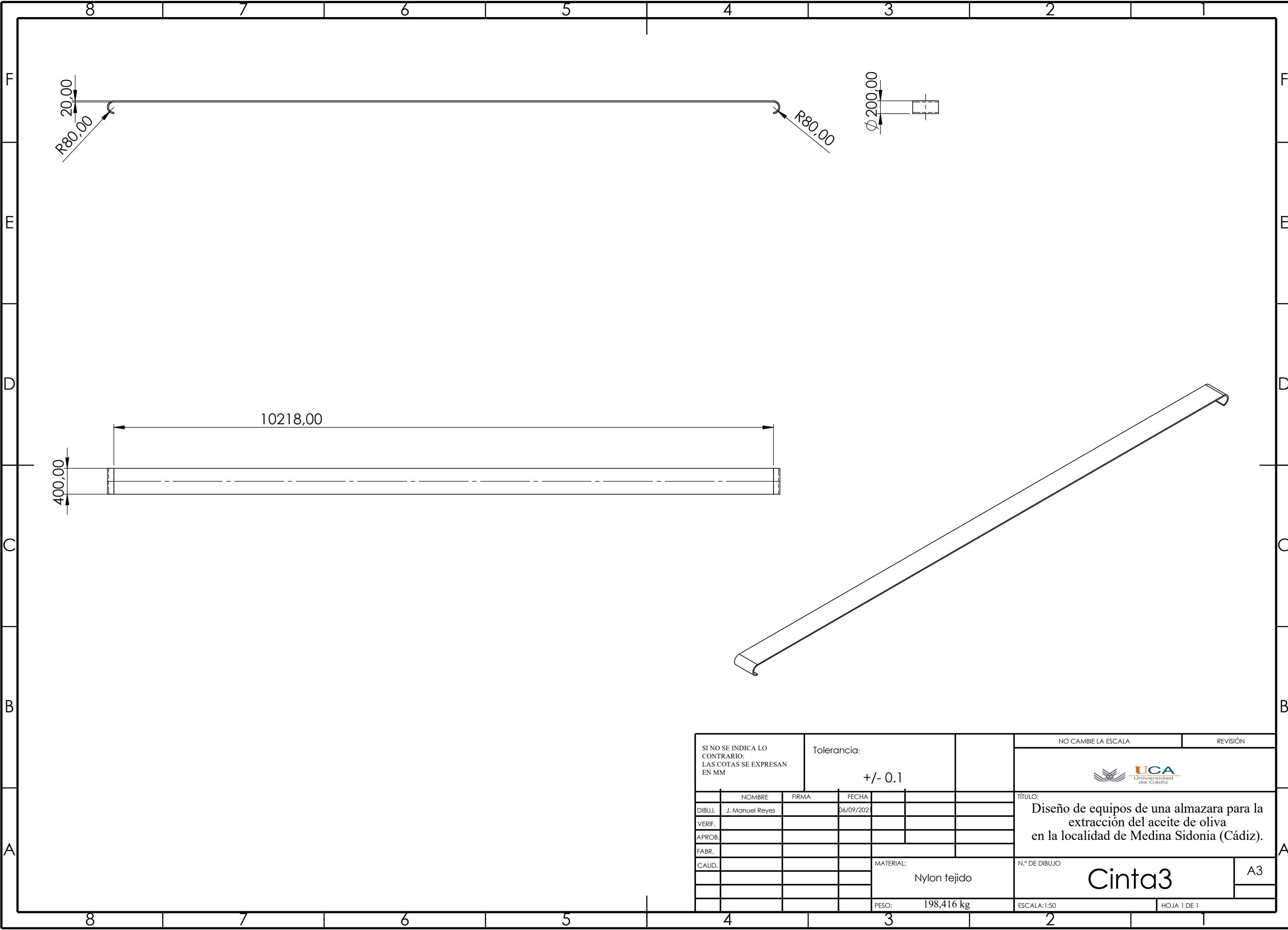



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
						 UCA Universidad de Cádiz		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 304		N.º DE DIBUJO Cinta1		A3
				PESO: 3613,697 kg		ESCALA:1:50		HOJA 1 DE 1

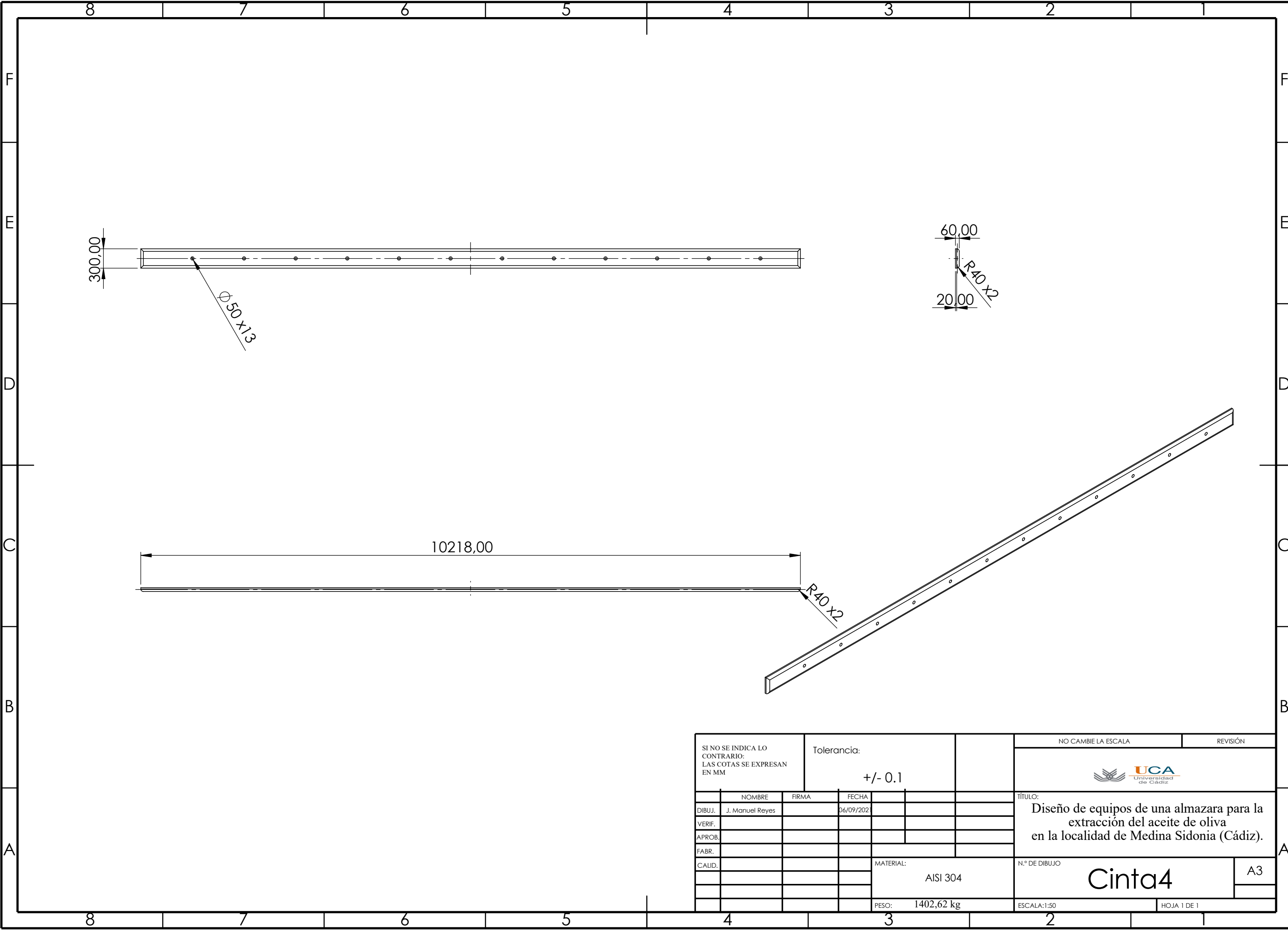



- 1: Lateral
- 2: Rodillo motriz
- 3: Rodillos
- 4: Banda
- 5: Soporte

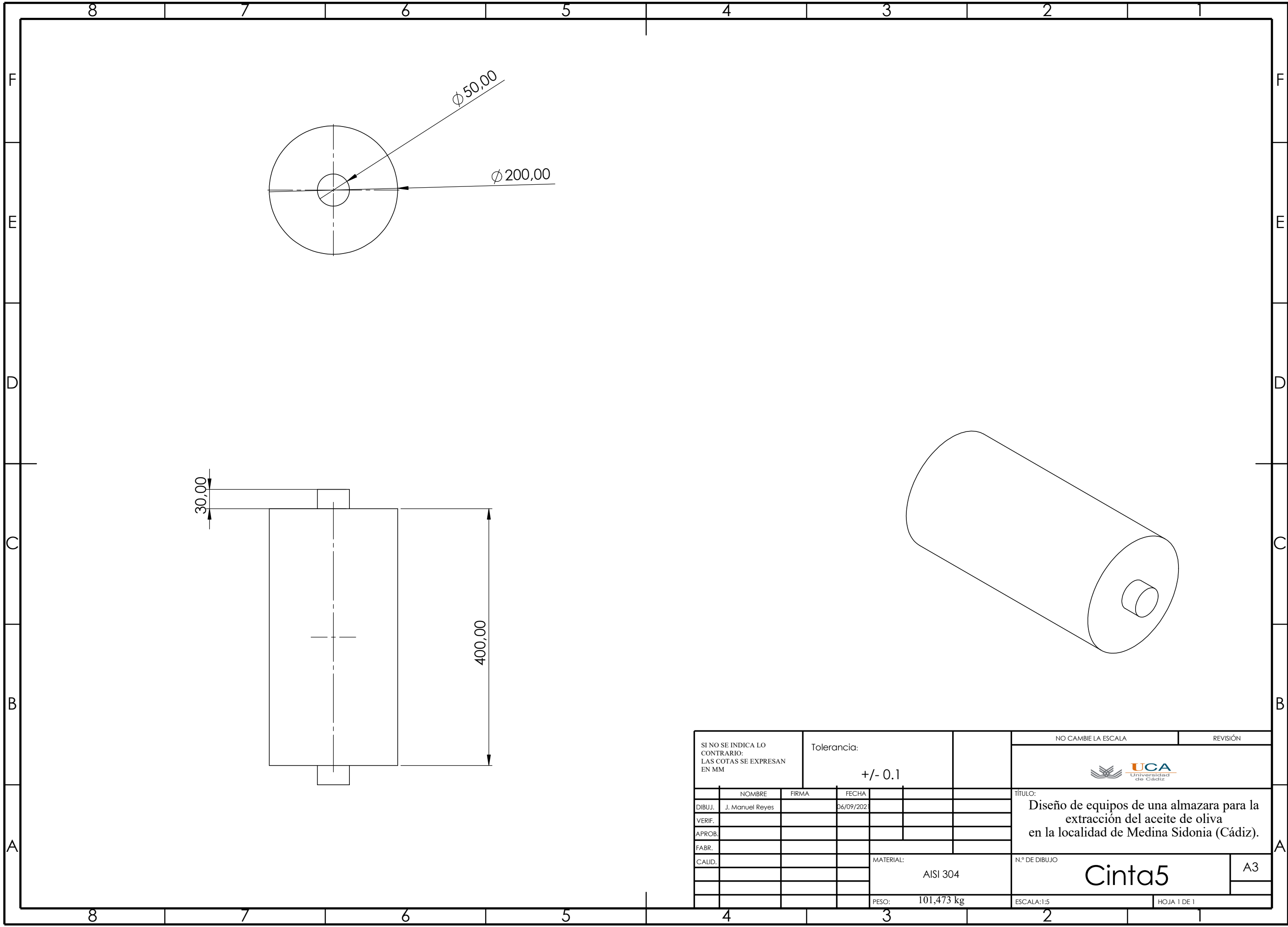
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		Tolerancia: +/- 0.1				NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
						 TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		N.º DE DIBUJO Cinta2 A3			
DIBUJ.		J. Manuel Reyes		FECHA						06/09/2021	
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.						MATERIAL:		AISI 304			
						PESO:		3613,697 kg			
						ESCALA:		1:40			
								HOJA 1 DE 1			




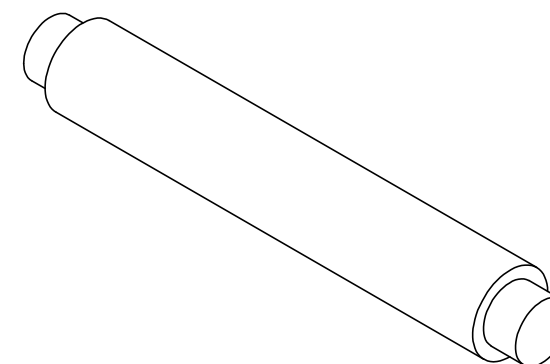
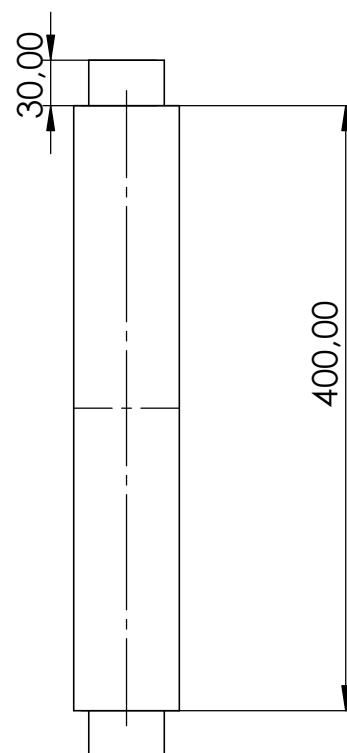
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
						 UCA Universidad de Cádiz		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: Nylon tejido		N.º DE DIBUJO Cinta3		A3
				PESO: 198,416 kg		ESCALA:1:50		HOJA 1 DE 1




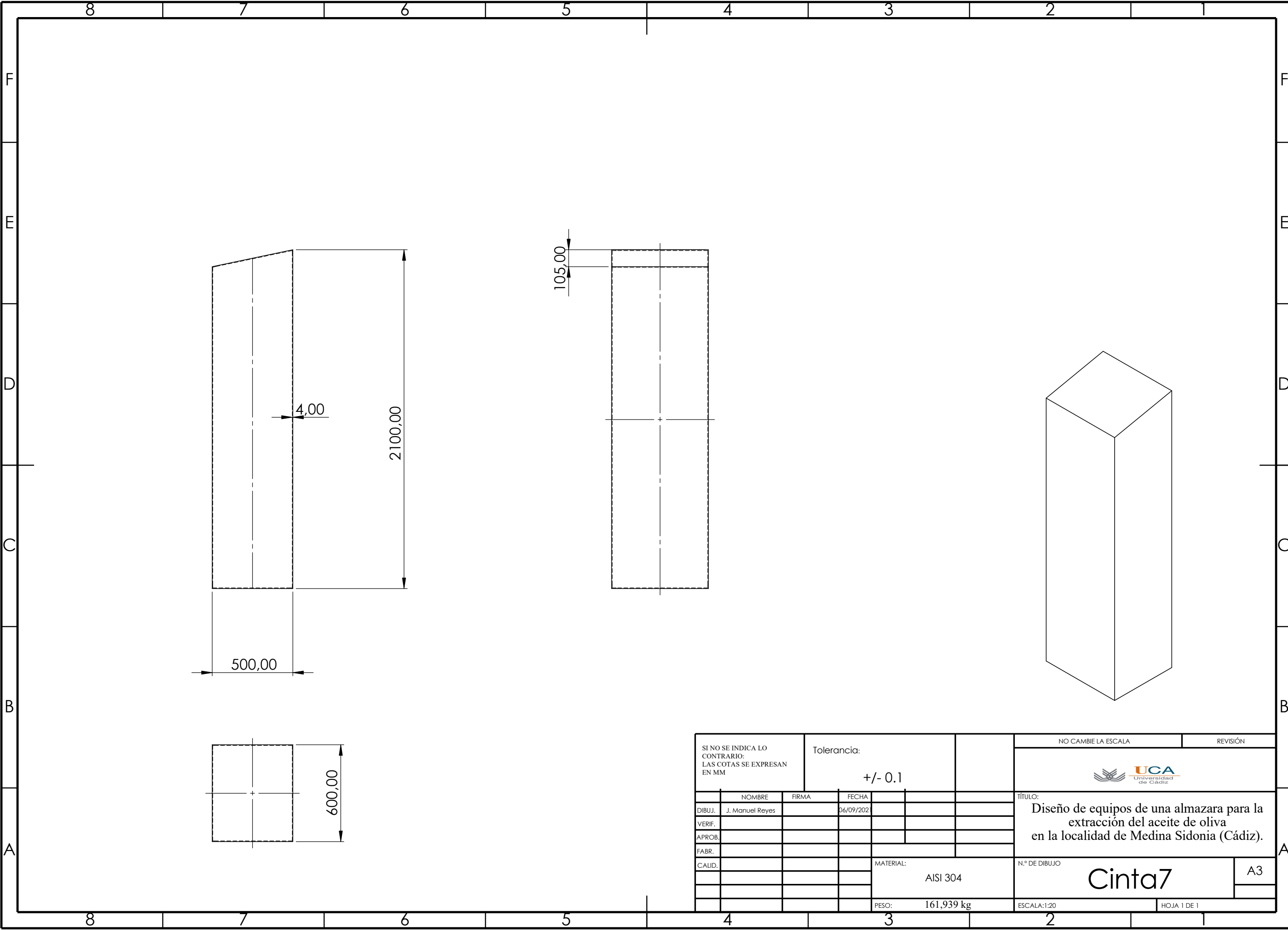
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
						 UCA Universidad de Cádiz		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 304		N.º DE DIBUJO Cinta4		A3
				PESO: 1402,62 kg		ESCALA:1:50		HOJA 1 DE 1




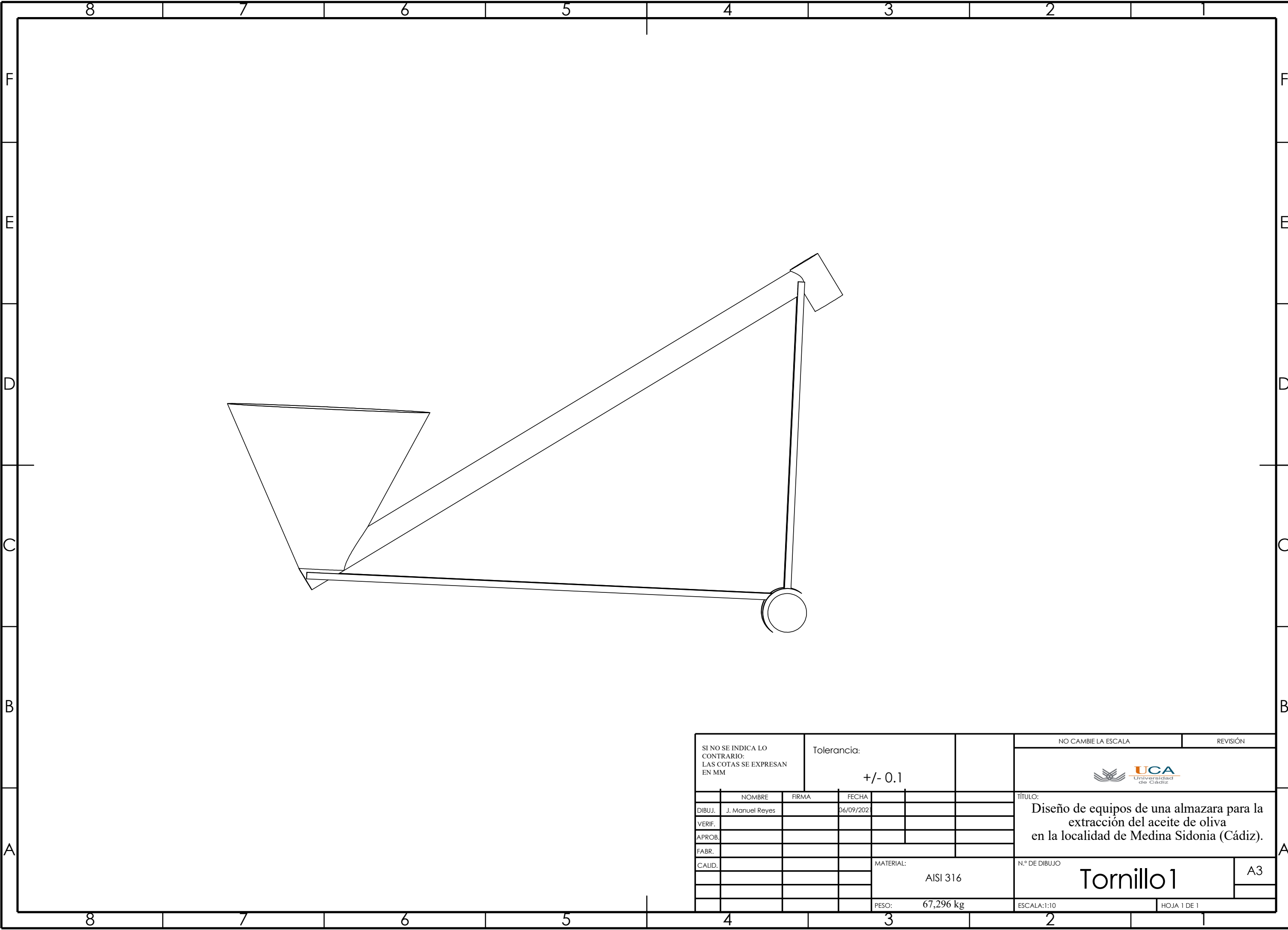
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
								
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 304		N.º DE DIBUJO Cinta5		A3
				PESO: 101,473 kg		ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1




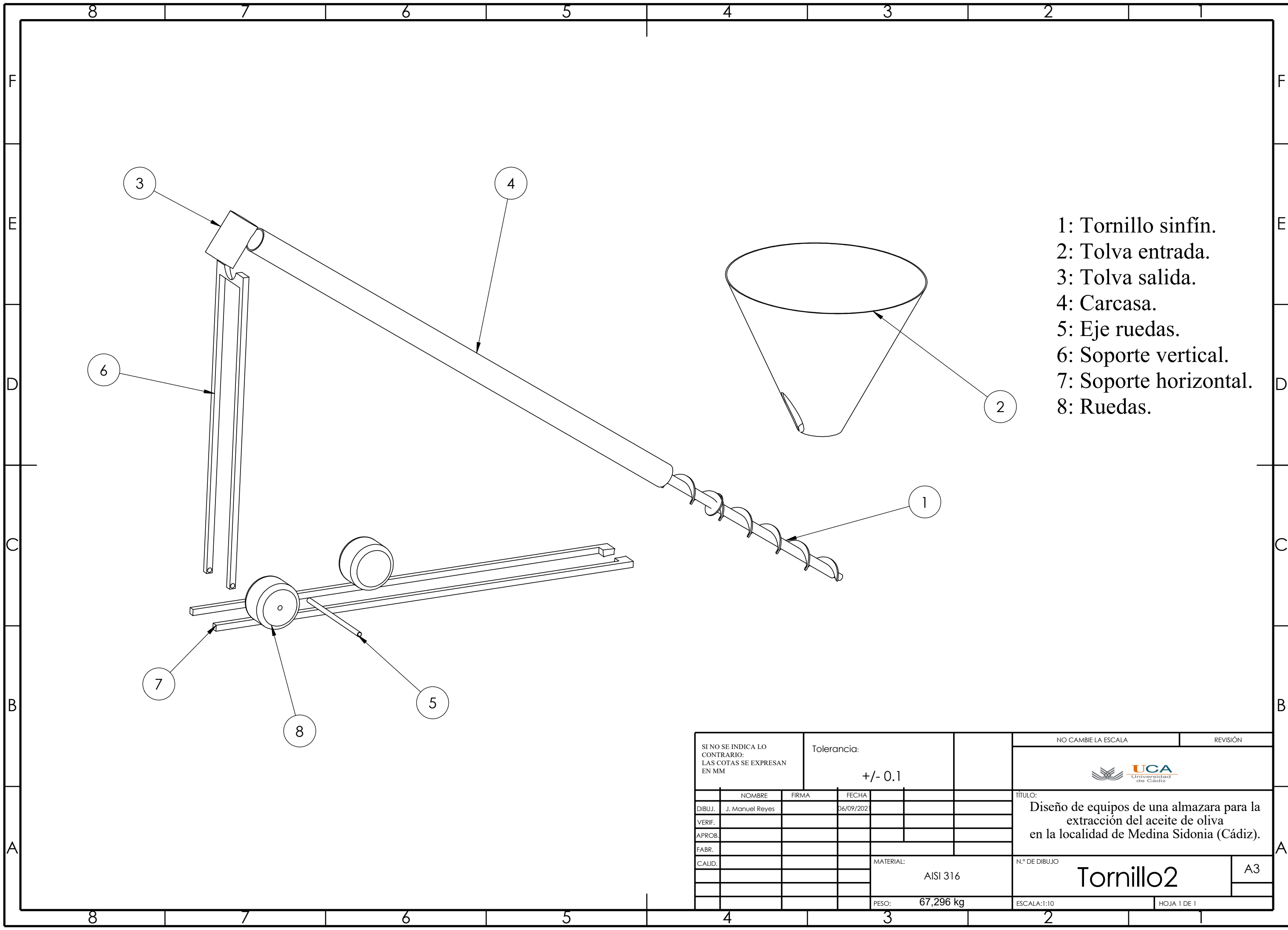
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
									
						TÍTULO:			
						Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).			
DIBUJ.		J. Manuel Reyes	FIRMA	FECHA	06/09/202				
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									
						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
						AISI 304		Cinta6	
								A3	
				PESO:		13,257 kg		ESCALA:1:5	
								HOJA 1 DE 1	




SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				<div> UCA Universidad de Cádiz</div> <div>TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).</div>		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021						
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.							N.º DE DIBUJO		A3
							Cinta7		
							ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1
						PESO: 161,939 kg			

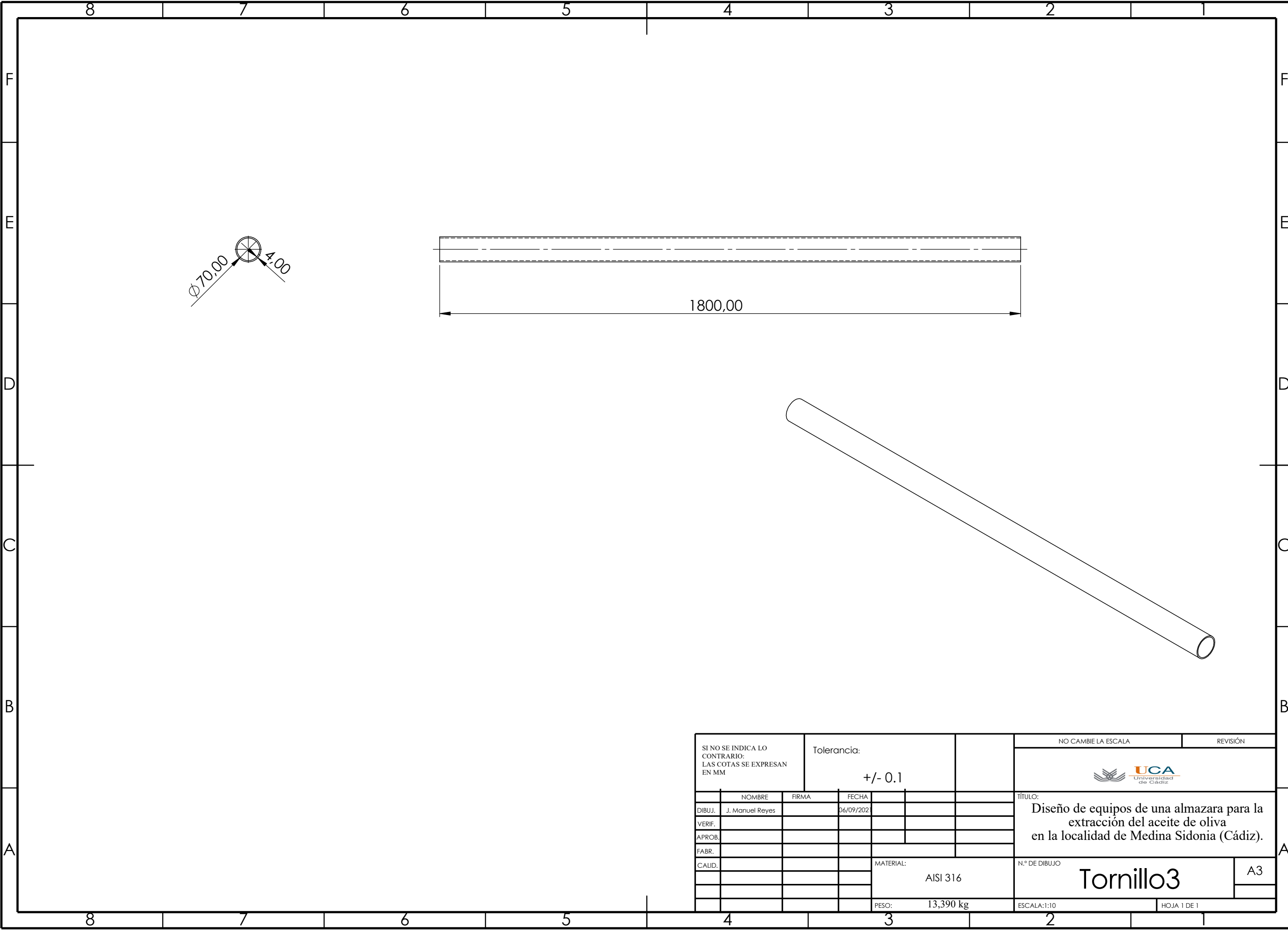



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
								
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 316		N.º DE DIBUJO Tornillo 1		A3
				PESO: 67,296 kg		ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1

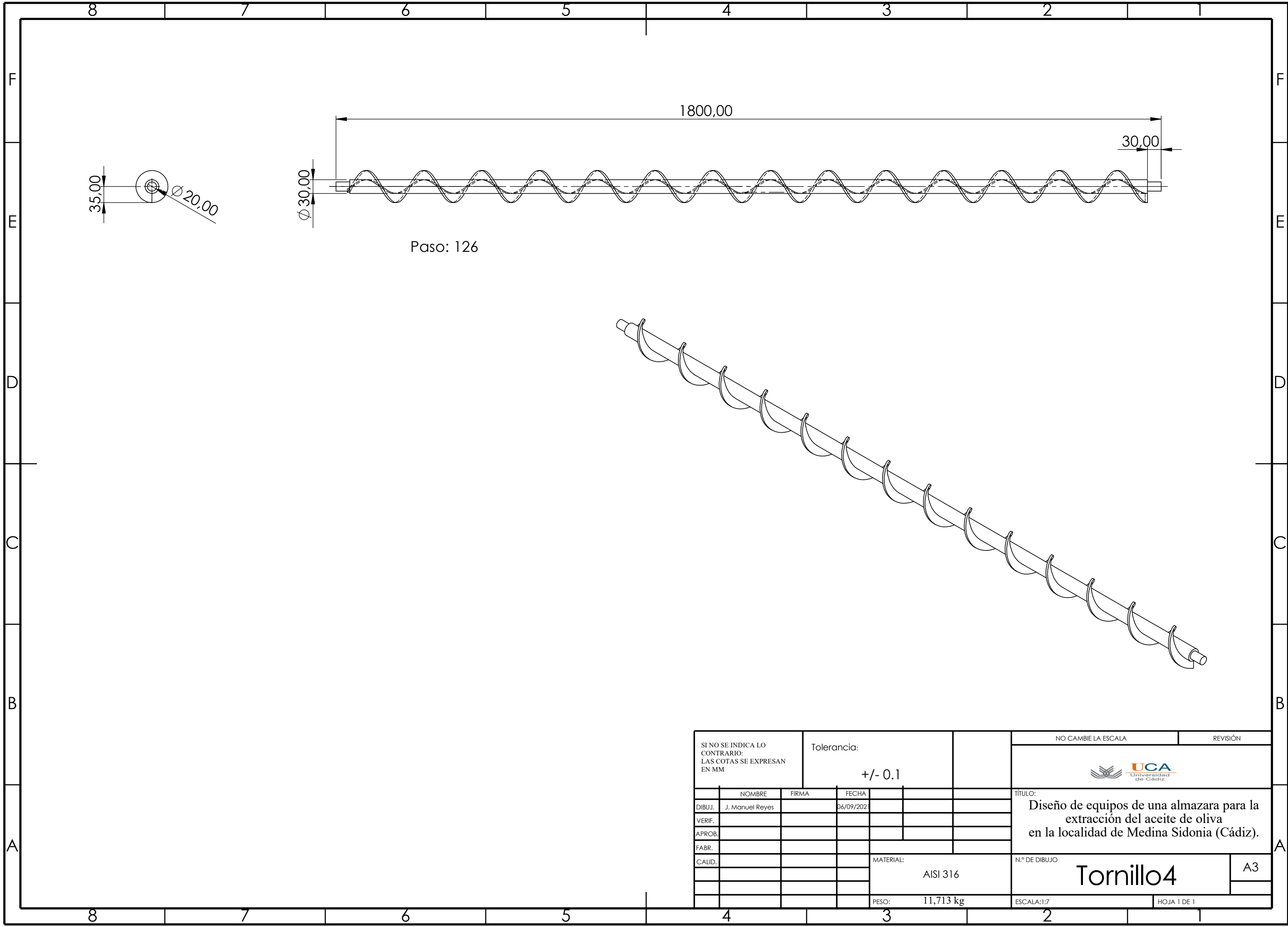



- 1: Tornillo sinfín.
- 2: Tolva entrada.
- 3: Tolva salida.
- 4: Carcasa.
- 5: Eje ruedas.
- 6: Soporte vertical.
- 7: Soporte horizontal.
- 8: Ruedas.

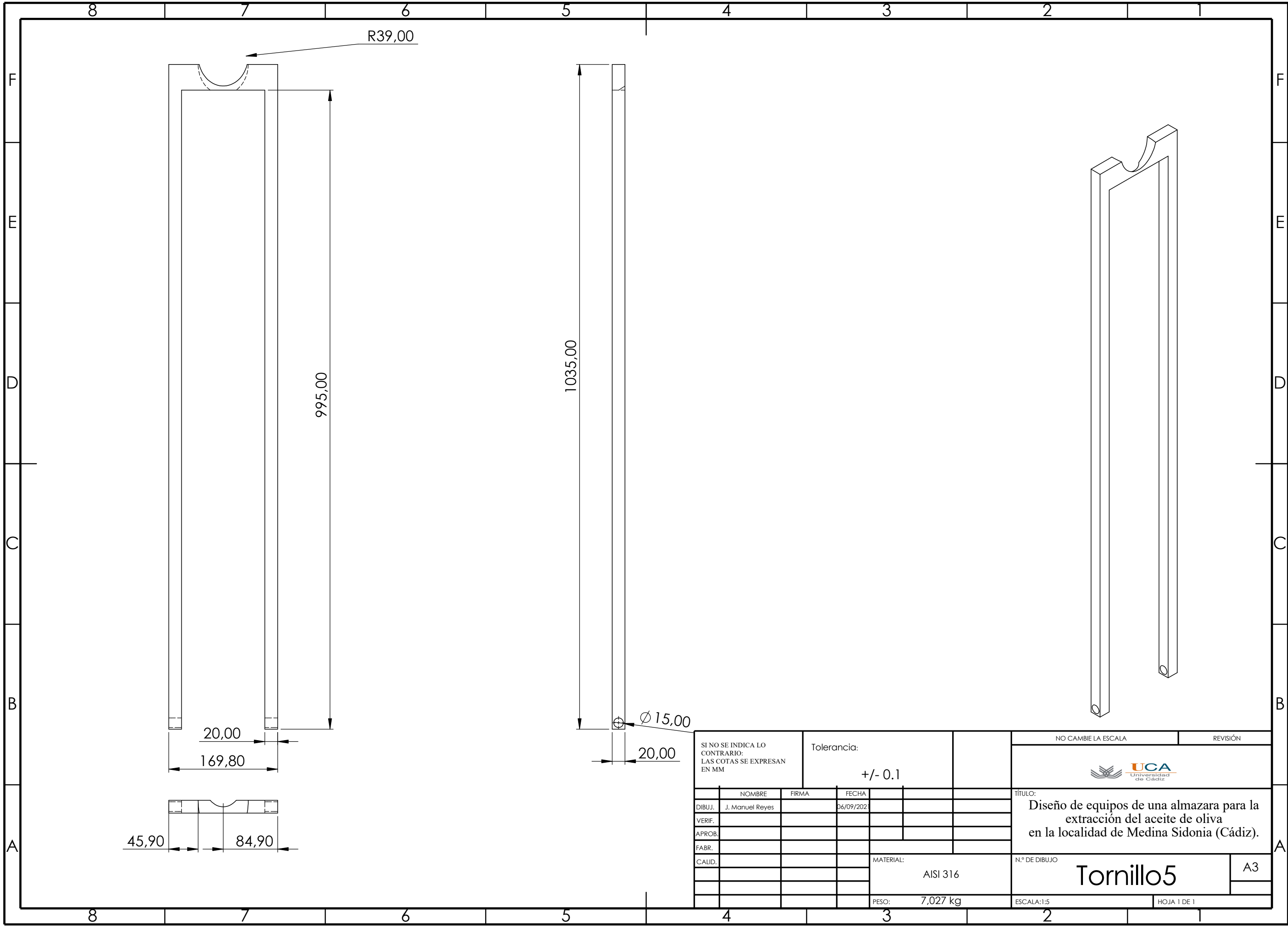
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
									
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).			
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021						
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL: AISI 316		N.º DE DIBUJO Tornillo2		A3	
				PESO: 67,296 kg		ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1	




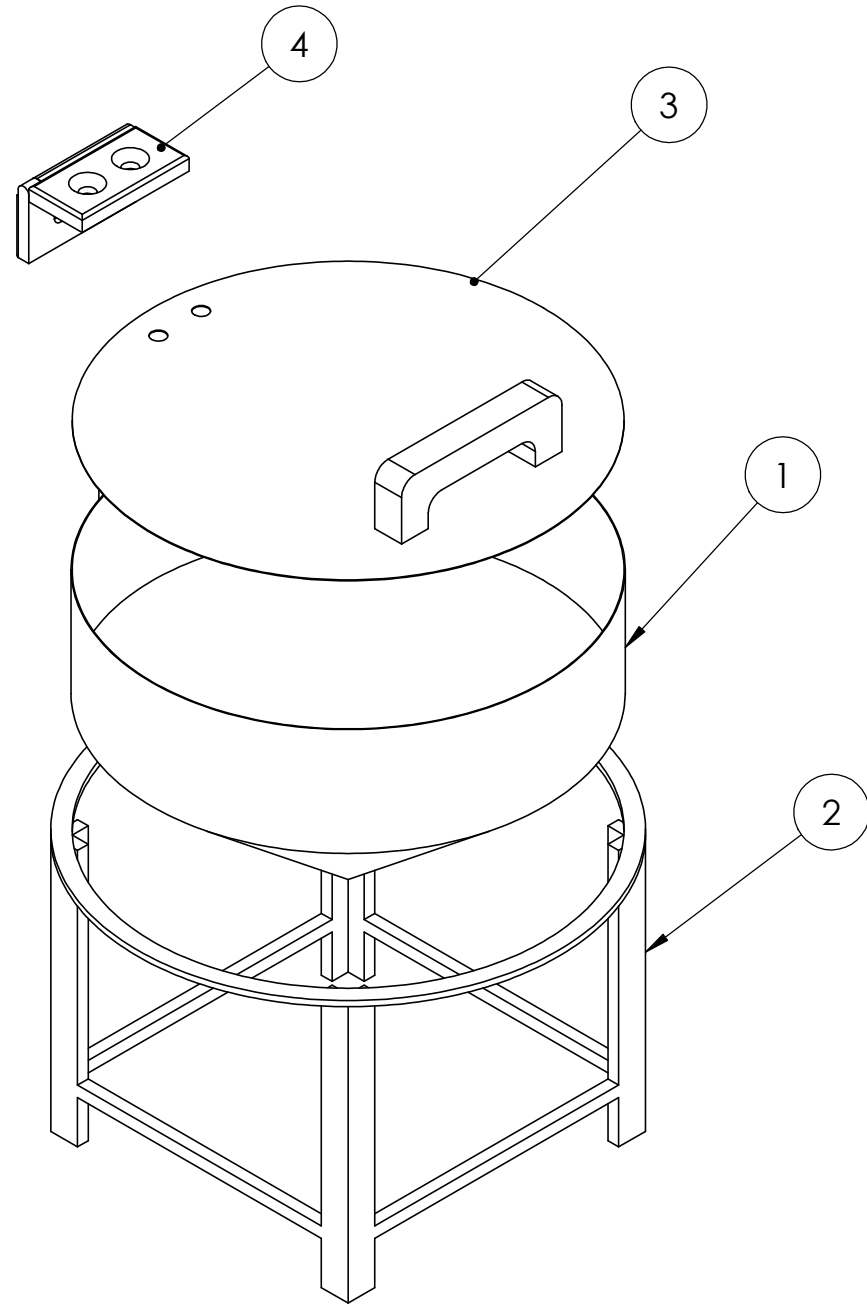
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
						 UCA Universidad de Cádiz		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 316		N.º DE DIBUJO Tornillo3		A3
				PESO: 13,390 kg		ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1




SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
								
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 316		N.º DE DIBUJO Tornillo4		A3
				PESO: 11,713 kg		ESCALA:1:7		HOJA 1 DE 1

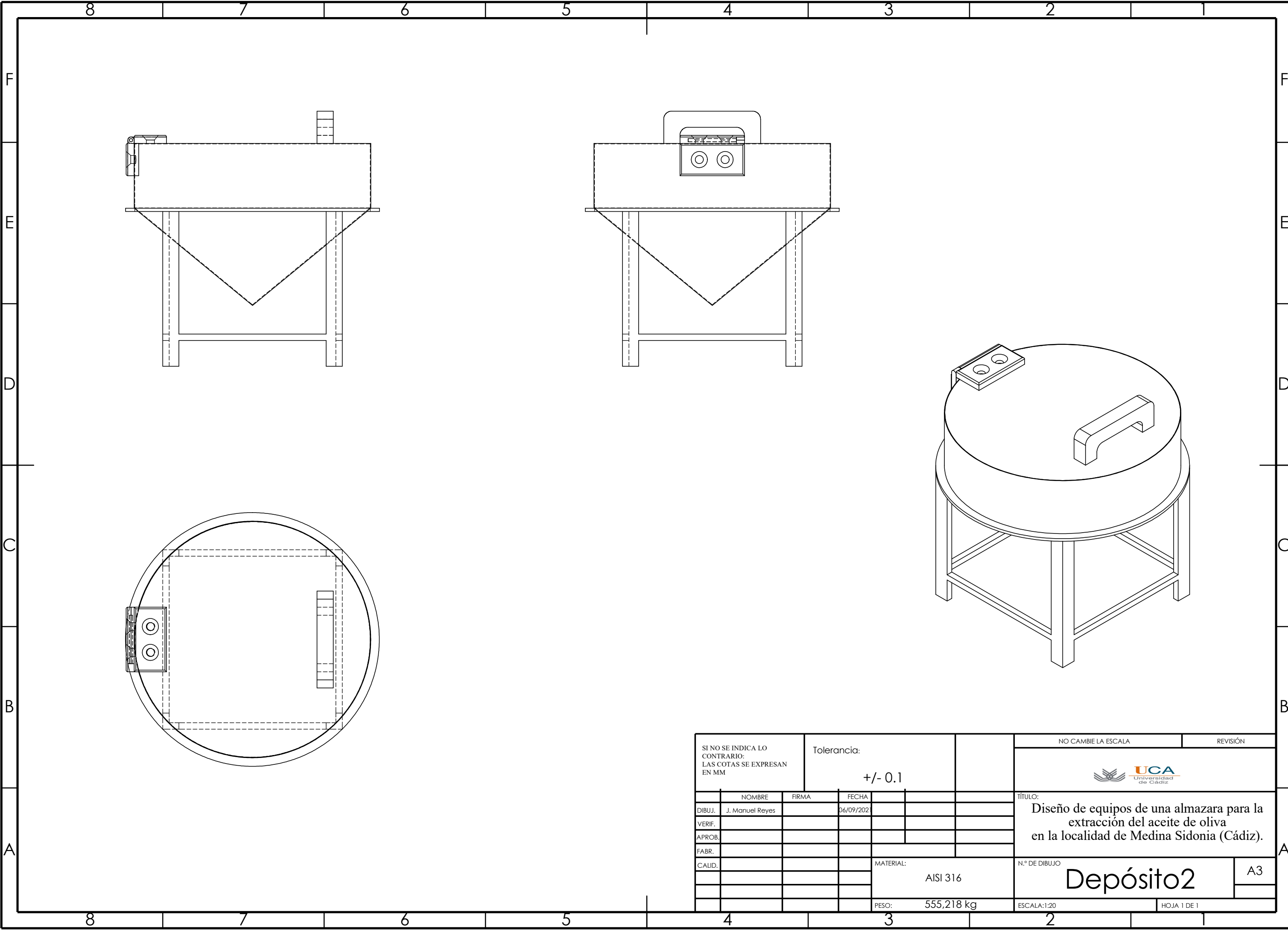



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN		
											
						TÍTULO:					
						Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).					
DIBUJ. J. Manuel Reyes											
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.						MATERIAL:			N.º DE DIBUJO		
						AISI 316			Tornillo5		
									A3		
						PESO: 7,027 kg			ESCALA:1:5		
									HOJA 1 DE 1		

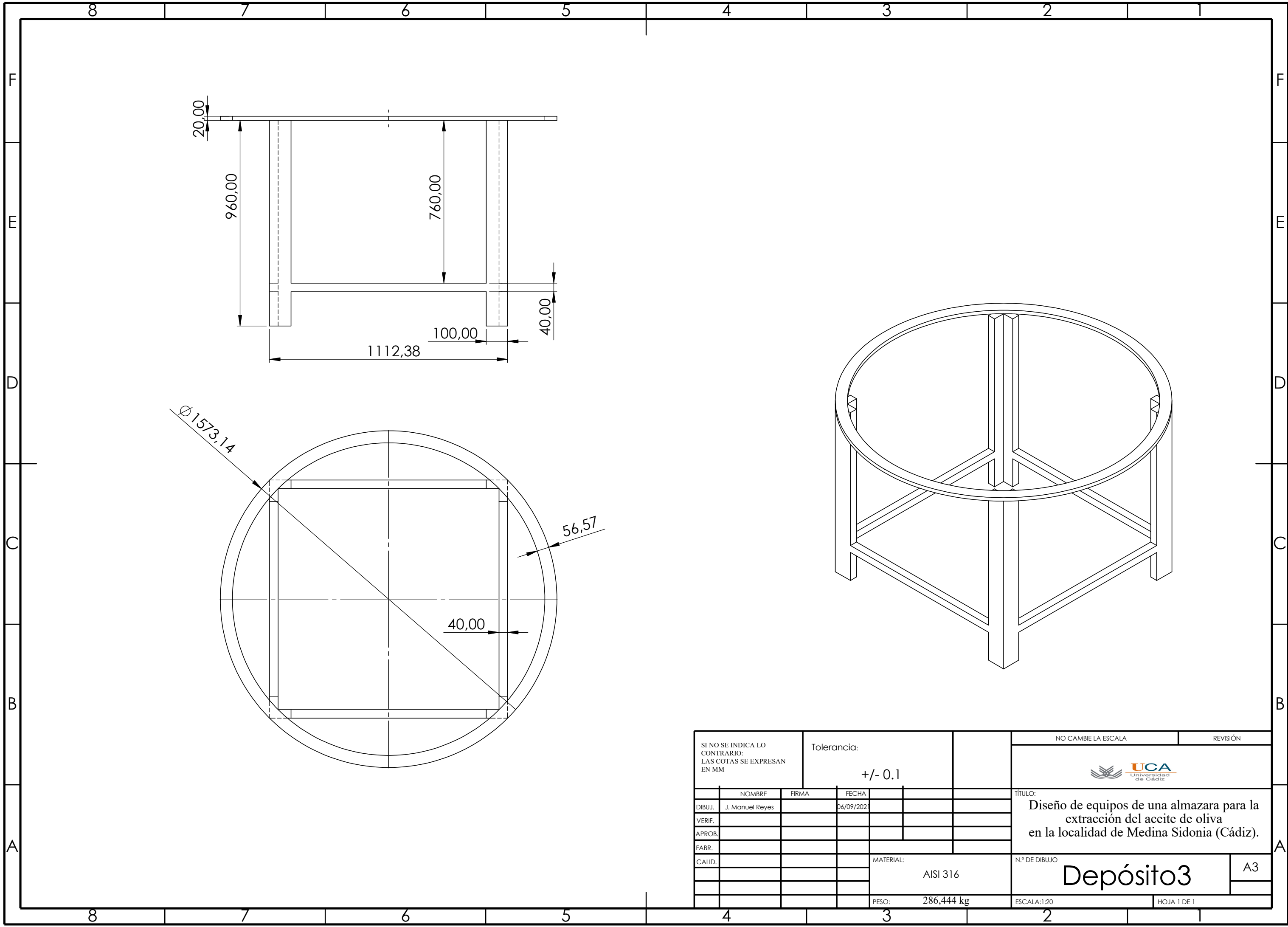



- 1: Cuerpo del depósito
2: Soporte
3: Tapadera
4: Bisagra tapadera

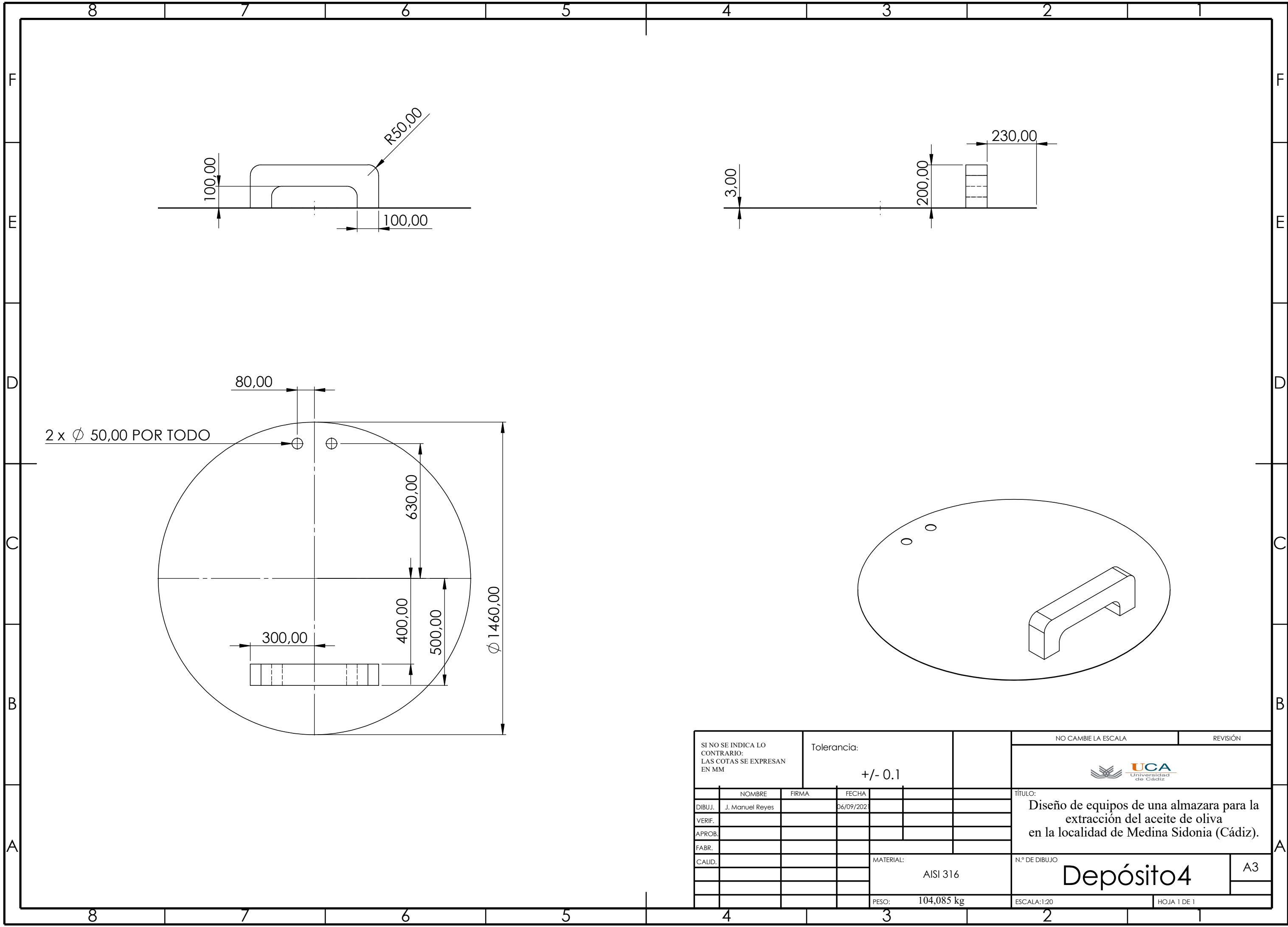
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		Tolerancia: +/- 0.1				NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
									
						TÍTULO:			
						Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).			
						N.º DE DIBUJO		A3	
						Depósito 1			
						PESO: 555,218 kg		ESCALA: 1:50	
						HOJA 1 DE 1			

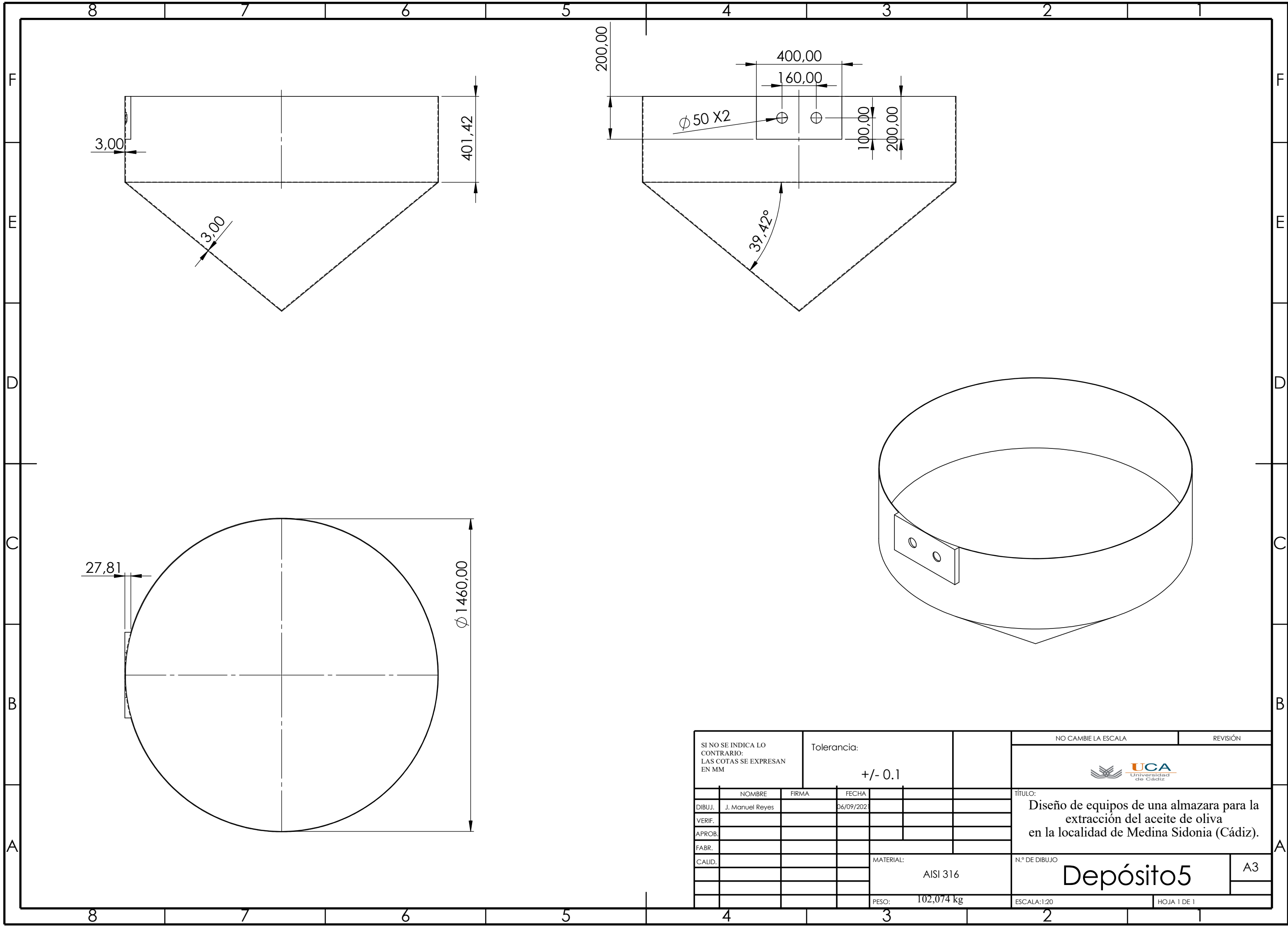



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
								
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
DIBUJ.	J. Manuel Reyes		06/09/2021					
VERIF.								
APROB.								
FABR.								
CALID.				MATERIAL: AISI 316		N.º DE DIBUJO Depósito2		A3
				PESO: 555,218 kg		ESCALA:1:20		HOJA 1 DE 1

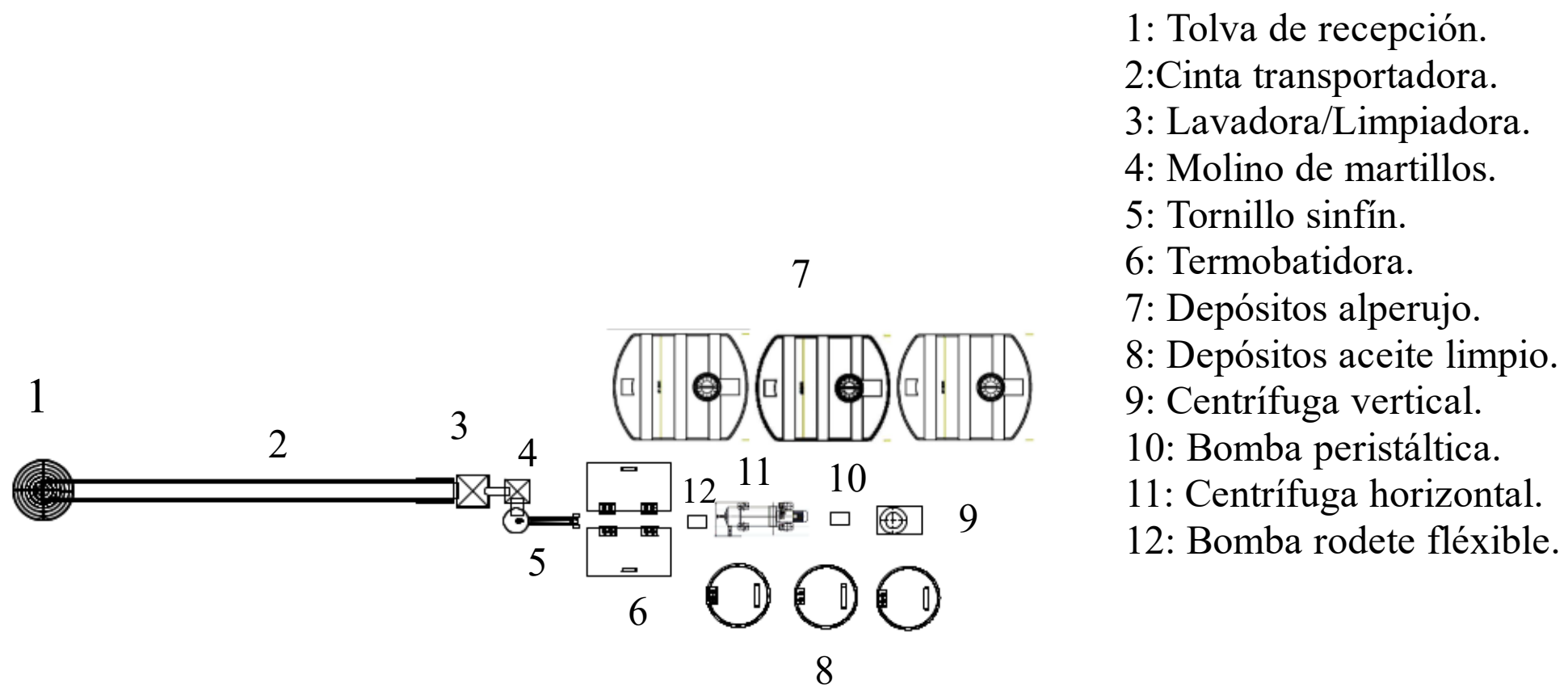


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1			NO CAMBIE LA ESCALA			REVISIÓN						
															
						TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).									
NOMBRE		FIRMA		FECHA											
DIBUJ.		J. Manuel Reyes		06/09/2021											
VERIF.															
APROB.															
FABR.															
CALID.						MATERIAL:		N.º DE DIBUJO			A3				
						ALSI 316		Depósito3							
						PESO: 286,444 kg		ESCALA:1:20			HOJA 1 DE 1				





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM				Tolerancia: +/- 0.1		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
								
						TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
						N.º DE DIBUJO		A3
						Depósito5		
						ESCALA:1:20		
						HOJA 1 DE 1		



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM			Tolerancia: +/- 0.1		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
					UCA Universidad de Cádiz		
DIBUJ.	NOMBRE	IRMA	FECHA		TÍTULO: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).		
VERIF.	J. Manuel Reyes		06/09/202				
APROB.							
FABR.							
CALID.							
			MATERIAL:		N.º DE DIBUJO Vista Sup.		
			PESO: --		ESCALA: 1:50		
					HOJA 1 DE 1		

DOCUMENTO 4:

PLIEGO DE

CONDICIONES

ÍNDICE-PLIEGO DE CONDICIONES:

CAPÍTULO 1. DISPOSICIONES GENERALES.....	4
ARTÍCULO 1. - OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO.....	4
ARTÍCULO 2. - OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO.....	4
ARTÍCULO 3. - DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	4
ARTÍCULO 4. - COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS.....	5
ARTÍCULO 5. - DIRECTOR DE LA OBRA.....	5
ARTÍCULO 6. - DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA.....	5
CAPÍTULO 2. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	6
ARTÍCULO 7. – REPLANTEO.....	6
ARTÍCULO 8. - DEMOLICIONES.....	6
ARTÍCULO 9. - MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	7
ARTÍCULO 10. - RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO.....	7
ARTÍCULO 11. - CIMENTACIONES.....	7
ARTÍCULO 12. – FORJADOS.....	8
ARTÍCULO 13. – HORMIGONES.....	8
ARTÍCULO 14. - ACERO LAMINADO.....	8
ARTÍCULO 15. - CUBIERTAS Y COBERTURAS.....	9
ARTÍCULO 16. – ALBAÑILERÍA.....	10
ARTÍCULO 17. - CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA.....	11
ARTÍCULO 18. – AISLAMIENTOS.....	11
ARTÍCULO 19. - RED VERTICAL DE SANEAMIENTO.....	11
ARTÍCULO 20. - INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	12
ARTÍCULO 21. - INSTALACIONES DE FONTANERÍA.....	12
ARTÍCULO 22. - INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.....	12
ARTÍCULO 23. - INSTALACIONES DE PROTECCIÓN.....	13
ARTÍCULO 24. - OBRAS O INSTALACIONES NO ESPECIFICADAS.....	13
CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	13
EPÍGRAFE I. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	13
Artículo 25. - Remisión de solicitud de ofertas.....	13
Artículo 26. - Residencia del contratista.....	13
Artículo 27. - Reclamaciones contra las órdenes de dirección.....	14
Artículo 28. - Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.....	14
Artículo 29. - Copia de los documentos.....	14
EPÍGRAFE II. TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	14
Artículo 30. - Libro de órdenes.....	14
Artículo 31. - Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....	14
Artículo 32. - Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	15
Artículo 33. - Trabajos defectuosos.....	15
Artículo 34. - Obras y vicios ocultos.....	15
Artículo 35. - Materiales no utilizables o defectuosos.....	16
Artículo 36. - Medios auxiliares.....	16
EPÍGRAFE III. RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.....	16
Artículo 37. - Recepciones provisionales.....	16
Artículo 38. - Plazo de garantía.....	17
Artículo 39. - Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.....	17
Artículo 40. - Recepción definitiva.....	18

Artículo 41. - Liquidación final.	18
Artículo 42. - Liquidación en caso de rescisión.	18
EPÍGRAFE IV. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.	18
Artículo 43. - Facultades de la dirección de obras.	18
CAPÍTULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.	19
EPÍGRAFE I. BASE FUNDAMENTAL.	19
Artículo 44. - Base fundamental.	19
EPÍGRAFE II. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.	19
Artículo 45. – Garantías.	19
Artículo 46. – Fianzas.	19
Artículo 47. - Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.	19
Artículo 48. - Devolución de la fianza.	19
EPÍGRAFE III. PRECIOS Y REVISIONES.	20
Artículo 49. - Precios contradictorios.	20
Artículo 50. - Reclamaciones de aumento de precios.	20
Artículo 51. - Revisión de precios.	21
Artículo 52. - Elementos comprendidos en el presupuesto.	22
EPÍGRAFE IV. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.	22
Artículo 53. - Valoración de la obra.	22
Artículo 54. - Mediciones parciales y finales.	22
Artículo 55. - Equivocaciones en el presupuesto.	22
Artículo 56. - Valoraciones de obras incompletas.	23
Artículo 57. - Carácter provisional de las liquidaciones parciales.	23
Artículo 58. – Pagos.	23
Artículo 59. - Suspensión por retraso de pagos.	23
Artículo 60. - Indemnización por retraso de los trabajos.	23
Artículo 61. - Indemnización por daños de causa mayor al contratista.	24
EPÍGRAFE V. – VARIOS.	24
Artículo 62. - Mejoras de obras.	24
Artículo 63. - Seguro de los trabajos.	24
CAPÍTULO 5. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.	25
ARTÍCULO 64. – JURISDICCIÓN.	25
ARTÍCULO 65. - ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS.	26
ARTÍCULO 66. - PAGOS DE ARBITRIOS.	26
ARTÍCULO 67. - CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.	27

Capítulo 1. Disposiciones generales.

Artículo 1. - Obras objeto del presente proyecto.

Estarán sujetas a las condiciones del presente documento, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, aparecen en los apartados designados para ello en el presente Trabajo Fin de Grado, además de aquellas indispensables para finiquitar totalmente las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se toma por obras accesorias, aquellas que, debido a sus características, no se pueden prever con totalidad de detalles, sino a la misma vez que se ejecutan los trabajos.

Las obras accesorias, se llevarán a cabo según necesidad. En el momento en que sea de una importancia considerable, se realizarán sobre la base de las obras adicionales redactadas. En ocasiones donde la importancia es menor, se realizarán siguiendo la propuesta que formule el Ingeniero Técnico Director de la Obra.

Artículo 2. - Obras accesorias no especificadas en el pliego.

En caso de necesidad de ejecutar cualquier tipo de obras, durante la ejecución de los trabajos, que no hayan sido descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario se verá obligado a su realización sujeto a las órdenes que reciba del Ingeniero Técnico Director de la Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Técnico Director de Obra podrá plenamente sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales serán expuestos para su aprobación. De manera que, a su juicio, las obras que resulten total o parcialmente defectuosas, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte. De manera que, no se otorgue derecho al Adjudicatario a ningún tipo de reclamación por su parte.

Artículo 3. - Documentos que definen las obras.

Aquellos documentos que definen las obras y que son entregados al Contratista por la propiedad, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Ejemplo de documentos contractuales son: los Planos, el Pliego de Condiciones, los Cuadros de Precios y el Presupuestos Parcial y Total, que se añaden al presente Trabajo Fin de Grado.

Los datos reflejados en la Memoria y Anexos, y la justificación de precios son de carácter meramente informativo.

Ante la necesidad de algún cambio en el planteamiento de la Obra que requiera de un cambio sustancial respecto a lo descrito en el proyecto, deberá de ser puesto en conocimiento de la Dirección Técnica para ser aprobado, si procede, y redactar el proyecto reformado.

Artículo 4. - Compatibilidad y relación entre los documentos.

Si los planos y el Pliego de Condiciones son contradictorios, prevalecerá lo que haya sido escrito en este último documento. Lo reflejado en los planos y suprimido en el Pliego de Condiciones o viceversa, deberá de ser ejecutado como si estuviera recogido en ambos documentos.

Artículo 5. - Director de la obra.

La propiedad nombrará a un Ingeniero Técnico en su representación, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista otorgará cualquier facilidad para que el Ingeniero Técnico Director, o sus subalternos, puedan realizar su trabajo con una eficiencia máxima.

No recaerá sobre la responsabilidad de la propiedad la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es algo ajeno a la figura del Ingeniero Director. Éste, una vez le hayan otorgado todos los permisos, emitirá la orden de iniciación de la obra.

Artículo 6. - Disposiciones a tener en cuenta.

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del MOP.
- Normas Básicas (NBE) y Tecnologías de la Edificación (NTE).
- Resolución General de Instrucciones para la construcción.

- Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Reglamento electrotécnico de alta y baja tensión y normas MI-BT complementarias
- Instrucción EH-93 para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.
- Métodos y Normas de Ensayo del Laboratorio Central del MOP.

Capítulo 2. Condiciones de índole técnica.

Artículo 7. – Replanteo.

Antes de comenzar las obras, el Ingeniero Técnico Director junto al personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o representación del mismo, realizará el replanteo de la obra. Una vez finalizado este último se cerrará el acta de comprobación del mismo.

Los replanteos de detalle serán realizados de acuerdo a las instrucciones y ordenanzas del Ingeniero Técnico Director de la Obra. Éste llevará a cabo las comprobaciones pertinentes ante el Contratista o su representación.

El Contratista será el encargado de las señales, estacas y referencias que se instalen en la superficie a consecuencia del replanteo.

Artículo 8. - Demoliciones.

Este octavo artículo hace referencia a las condiciones relativas de la demolición progresiva desde la cubierta hasta los cimientos de infraestructuras que no dispongan de síntomas de ruina inminente. Incluye además la demolición por empuje de edificios o restos de edificios de poca altura, así como criterios de demolición por colapso.

Se adoptará lo que es recogido en la Norma NTE-ADD "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Demoliciones", en cuanto a Condiciones Generales de ejecución, criterios de valoración y de mantenimiento.

En base a la demolición de cimientos y elementos enterrados se consultará además de la norma NTE-ADV, para los apeos y apuntalamiento, la norma NTE-EMA, para estructuras de madera y apuntalamientos.

Artículo 9. - Movimientos de tierras.

Se hace referencia en este artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto con ayuda de medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se toman las condiciones generales de seguridad en el trabajo y aquellas relativas a los materiales, control de ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- ✓ NTE-AD "Acondicionamiento del Terreno, Desmontes".
- ✓ NTE-ADE "Explanaciones"
- ✓ NTE-ADV "Vaciados"

Artículo 10. - Red horizontal de saneamiento.

Se contemplan las condiciones relativas a los aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo con la finalidad de proteger la obra frente a la humedad.

Se toman las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normativa para el mantenimiento del terreno, contempladas en la NTE "Saneamientos, Drenajes y Arenamientos", así como lo establecido en la Orden de 15 de Septiembre de 1.986, del MOPU. Corregida en BOE núm. 51, de 28 de febrero de 1987.

Artículo 11. - Cimentaciones.

El Ingeniero Técnico Director será el encargado de señalar las secciones y cotas de profundidad, independientemente de lo que haya sido señalado en el Proyecto, con carácter meramente informativo. El relleno de la cimentación no se dará hasta que lo ordene el Director.

El Ingeniero Técnico Director podrá introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que vea oportunas según las características particulares que presente la superficie.

Se toman condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificados en las normas:

- ✓ NTE-CSZ "Cimentaciones superficiales. Zapatas"

- ✓ NTE-CSC "Cimentaciones superficiales corridas"
- ✓ NTE-CSL "Cimentaciones superficiales. Losas"

Artículo 12. – Forjados.

Se contemplan aquí aquellos aspectos relacionados con la realización de forjados pretensados, auto resistentes, armados en acero o en cualquier otro tipo, con bovedillas cerámicas de hormigón y elaborados en obra o prefabricados sujetos a cualquier patente.

Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas NTEEHU y NTE-EHR así como en el Real Decreto 1339/2011, de 3 de octubre, por el que se deroga el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio, y en la NTE-EAF.

Artículo 13. – Hormigones.

Se hace referencia a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial encargados de la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado o pretensado, ya sean elaborados en obra o prefabricados, además de las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá aquello que se dispone en la Instrucción EHE para las obras de hormigón en masa o armado y la instrucción EP- para las obras de hormigón pretensado. De la misma forma, se toma lo dispuesto en las normas NTE-EHE "Estructuras de hormigón", y NTE-EME "Estructuras de madera. Encofrados."

Artículo 14. - Acero laminado.

Se presentan las condiciones relacionadas con los materiales y equipos industriales usados para los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en elementos de estructuración, como en elementos de unión.

De la misma forma, se disponen las condiciones que hacen referencia a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se toma lo establecido en las normas:

- ✓ NBE-MV-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se ponen de manifiesto los tipos de uniones, la ejecución en taller, las tolerancias, el montaje en obra y las protecciones.

- ✓ NBE-MV-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones". Se disponen las características del acero laminado, la determinación de las mismas y los productos laminados usados en la actualidad.
- ✓ NBE-MV-105: "Roblones de acero"
- ✓ NBE-MV-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero"
- ✓ NTE-EA: "Estructuras de acero"

Artículo 15. - Cubiertas y coberturas.

Se hace referencia a la cobertura de las instalaciones con placas, tejas o plaquetas de fibrocemento, chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento de acero galvanizado, chapas de aleaciones ligeras, piezas de pizarra, placas de poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o polimetacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento o chapas lisas de zinc. De la misma forma, se regulan las azoteas y los lucernarios.

Las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial y control de la ejecución, condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, y los criterios de valoración y mantenimiento son los que se disponen en base a la siguiente normativa:

- ✓ NTE-QTF: "Cubiertas. Tejados de fibrocemento"
- ✓ NTE-QTG: "Cubiertas. Tejados galvanizados"
- ✓ NTE-QTL: "Cubiertas. Tejados de aleaciones ligeras"
- ✓ NTE-QTP: "Cubiertas. Tejados de pizarra"
- ✓ NTE-QTS: "Cubiertas. Tejados sintéticos"
- ✓ NTE-QTT: "Cubiertas. Tejados de tejas"
- ✓ NTE-QTZ: "Cubiertas. Tejados de zinc"
- ✓ NTE-QAA: "Azoteas ajardinadas"
- ✓ NTE-QAN: "Cubiertas. Azoteas no transitables"
- ✓ NTE-QAT: "Azoteas transitables"
- ✓ NTE-QLC: "Cubiertas. Lucernarios. Claraboyas"
- ✓ NTE-QLH: "Cubiertas. Lucernarios de hormigón translúcido"
- ✓ NBE-MV-301/1970 sobre impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.
(Modificada por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).

Artículo 16. – Albañilería.

Se hace referencia en el decimosexto artículo a la fábrica de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, techos, suelos y escaleras.

Las condiciones funcionales y de calidad relacionadas con los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, además de aquellos criterios de valoración y mantenimiento son las que especifica la normativa inferior:

- ✓ NTE-FFB: "Fachadas de bloques"
- ✓ NTE-FFL: "Fachadas de ladrillo"
- ✓ NTE-EFB: "Estructuras de fábrica de bloque"
- ✓ NTE-EFL: "Estructuras de fábrica de ladrillo"
- ✓ NTE-RPG: "Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos"
- ✓ NTE-RPP: "Revestimiento de paramentos. Pintura"
- ✓ NTE-RPR: "Revestimiento de paramentos. Revocos"
- ✓ NTE-RSC: "Revestimiento de suelos continuos"
- ✓ NTE-RSF: "Revestimiento de suelos flexibles"
- ✓ NTE-RSC: "Revestimiento de suelos y escaleras continuos"
- ✓ NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras"
- ✓ NTE-RSB: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos"
- ✓ NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas"
- ✓ NTE-RTC: "Revestimiento de techos. Continuos"
- ✓ NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo"
- ✓ NTE-PTP: "Tabiques prefabricados"
- ✓ NTE-RSC: "Revestimiento de suelos y escaleras continuos"
- ✓ NTE-RSS: "Revestimiento de suelos y escaleras. Soleras"
- ✓ NTE-RSB: "Revestimiento de suelos y escaleras. Terrazos"
- ✓ NTE-RSP: "Revestimiento de suelos y escaleras. Placas"
- ✓ NTE-RTC: "Revestimiento de techos. Continuos"
- ✓ NTE-PTL: "Tabiques de ladrillo"
- ✓ NTE-PTP: "Tabiques prefabricados"

Artículo 17. - Carpintería y cerrajería.

Se tratan aquí las condiciones de funcionalidad y calidad reunidas por los materiales y equipos industriales indicados para la ejecución y montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en el interior.

De la misma forma, se regulan en el presente las condiciones de ejecución, valoración, medición y criterios de mantenimiento.

Se tomará lo dispuesto en las normas:

- ✓ NTE-PPA: "Puertas de acero"
- ✓ NTE-PPM: "Puertas de madera"
- ✓ NTE-PPV: "Puertas de vidrio"
- ✓ NTE-PMA: "Mamparas de madera"
- ✓ NTE-PML: "Mamparas de aleaciones ligeras"

Artículo 18. – Aislamientos.

Los medios aislantes a emplear y la instalación de los mismos, se adaptará a lo dispuesto en la norma NBE-CT/79 sobre condiciones térmicas de los edificios. En el anexo 5 de la anterior mencionada norma, se establecen las condiciones de los, además del control, recepción y ensayos de los mismos. También en el sexto anexo, se establecen diferentes recomendaciones para la realización de las instalaciones.

Artículo 19. - Red vertical de saneamiento

La red vertical es la encargada de la evacuación de aguas pluviales y residuos desde los puntos de recogida, hasta la red de alcantarillado, pozo de filtración, fosa séptica o equipo de depuración.

Las condiciones de ejecución, y aquellas funcionales de los materiales y equipos industriales, control de la ejecución, medición, valoración, seguridad en el trabajo y mantenimiento son las que se ponen a disposición en las normas:

- ✓ NTE-ISS: "Instalaciones de salubridad y saneamiento"
- ✓ NTE-ISD: "Depuración y vertido"
- ✓ NTE-ISA: "Alcantarillado"

Artículo 20. - Instalación eléctrica.

Los materiales e implementación de la instalación eléctrica cumplirán lo que se dispone en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MI BT complementarias. De la misma forma se toman las condiciones que se reflejan en la normativa siguiente:

- ✓ NTE-IEB: "Instalación eléctrica de Baja Tensión"
- ✓ NTE-IEE: "Alumbrado exterior"
- ✓ NTE-IEI: "Alumbrado interior"
- ✓ NTE-IEP: "Puesta a tierra"
- ✓ NTE-IER: "Instalaciones de electricidad. Red exterior"

Artículo 21. - Instalaciones de fontanería.

Regula las condiciones relacionadas con la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, medición, valoración, seguridad en el trabajo y mantenimiento de las instalaciones. Se toma lo dispuesto en las normas:

- ✓ NTE-IFA: "Instalaciones de fontanería"
- ✓ NTE-IFC: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente"
- ✓ NTE-IFF: "Instalaciones de fontanería. Agua fría"

Artículo 22. - Instalaciones de climatización.

Se ven incluidas en este artículo aquellas instalaciones de ventilación, refrigeración y calefacción.

Se toman las condiciones relativas a funcionalidad y calidad de materiales, realización, control, seguridad en el trabajo, pruebas de servicio, medición, valoración y mantenimiento, dispuestas en la siguiente normativa:

- ✓ Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas e Instrucciones MIIF complementarias.
- ✓ Reglamentos vigentes sobre recipientes a presión y aparatos a presión.
- ✓ NTE-ICI: "Instalaciones de climatización industrial".
- ✓ NTE-ICT: "Instalaciones de climatización-torres de refrigeración".
- ✓ NTE-ID: "Instalaciones de depósitos".
- ✓ Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio).

✓ NTE-ISV: "Ventilación".

Artículo 23. - Instalaciones de protección.

Se hace referencia a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se deberá cumplir lo dispuesto en la normativa NBE-CPI-81 acerca de las condiciones de protección contra incendios y se tomará lo establecido en la norma NTE-IPF "Protección contra el fuego", y EHE. Además, se adoptará lo incluido en la norma NTE-IPP "Pararrayos".

Artículo 24. - Obras o instalaciones no especificadas.

Si en el transcurso de los trabajos existiera la necesidad de realizar alguna clase de obra no incluida en el Pliego de Condiciones, el Contratista se verá obligado a realizarla bajo las instrucciones que reciba del Ingeniero Director, quién deberá cumplir la normativa vigente sobre el caso que se dé. El Contratista no tendrá derecho ninguna reclamación.

Capítulo 3. Pliego de condiciones de índole facultativo.

Epígrafe I. Obligaciones y derechos del contratista.

Artículo 25. - Remisión de solicitud de ofertas.

Serán solicitadas las ofertas a las Empresas especializadas del sector por la Dirección Técnica. Estas serán para la ejecución de las instalaciones especificadas en el presente Trabajo Fin de Grado. Para ello se pondrá a completa disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En caso de que el ofertante se interese en el proyecto, deberá presentar la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

Una treintena de días será el plazo máximo fijado para la recepción de ofertas.

Artículo 26. - Residencia del contratista.

Desde que se dé comienzo a las obras, hasta su recepción final, el Contratista o un representante autorizado tendrá que residir en un lugar cercano al de la ejecución del proyecto y no podrá ausentarse sin previo aviso al Ingeniero Director y notificándole quien le representará durante su ausencia. Cuando no se haga así, se tomarán como válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras.

Artículo 27. - Reclamaciones contra las órdenes de dirección.

Las reclamaciones que el Contratista desee realizar sólo podrán ser presentadas a través del Ingeniero Técnico Director ante la propiedad, si ellas son de orden económico. Si son de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, directamente no serán admitidas, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad mediante exposición razonada hacia el Ingeniero Director. Éste podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que es obligatorio para estas reclamaciones.

Artículo 28. - Despido por insubordinación, incapacidad o mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Técnico Director o algún subalterno de cualquier tipo, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben el correcto avance de los trabajos, el Contratista deberá sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Técnico Director lo reclame.

Artículo 29. - Copia de los documentos.

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos. El Ingeniero Técnico Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, lo autorizará una vez contratadas las obras.

Epígrafe II. Trabajos, materiales y medios auxiliares.

Artículo 30. - Libro de órdenes.

En la casilla y oficina de la obra, estará a disposición del Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán aquellas que el Ingeniero Técnico Director de Obra dé durante la ejecución del Proyecto.

El cumplimiento de las órdenes es obligatorio tanto para el Contratista como para las personas que figuran en el Pliego de Condiciones.

Artículo 31. - Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.

El Contratista tendrá que dar cuenta al Ingeniero Técnico Director del inicio de los trabajos, antes de pasar veinticuatro horas de su comienzo, obligatoriamente y por escrito; con anterioridad se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7 de este Pliego de Condiciones.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de una quincena desde la fecha de adjudicación. Será transmitido al Ingeniero Técnico Director, mediante oficio, el día en que se propone dar comienzo a los trabajos, debiendo éste devolver acuse de recibo.

Las obras quedarán finalizadas en su totalidad en el plazo de 365 días.

El Contratista debe cumplir todo en cuanto a la Reglamentación Oficial del Trabajo.

Artículo 32. - Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

El contratista empleará los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de índole Técnica" del Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación, y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo expuesto también en este documento.

Por ello, hasta que se dé la recepción definitiva de la obra, sobre el Contratista caerá toda la responsabilidad de la realización de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, sin poderse excusar con el hecho de que el Ingeniero Técnico Director o algún subalterno no le haya advertido sobre el caso particular; tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Artículo 33. - Trabajos defectuosos.

En el momento en que el Ingeniero Técnico Director o su representación informen acerca de vicios o defectos en los trabajos realizados, o que los materiales usados, o los aparatos colocados no tienen las condiciones predispuestas, ya sea durante la ejecución de los trabajos, o una vez finalizados y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán encomendar la demolición de las partes defectuosas y su posterior reconstrucción de acuerdo a lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no valora como justa la resolución y se niega a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 35.

Artículo 34. - Obras y vicios ocultos.

Si el Ingeniero Técnico Director pudiese fundamentar la existencia de vicios ocultos de construcción, podrá en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, ordenar las demoliciones que vea oportunas para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que pueda conllevar serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, de lo contrario correrán a cargo del propietario.

Artículo 35. - Materiales no utilizables o defectuosos.

No se colocarán los materiales y los apartados sin ser examinados y aceptados por el Ingeniero Técnico Director, en los términos que aparecen en los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto del Contratista, las muestras y modelos necesarios para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos derivados de ensayos, análisis y pruebas irán a cargo del Contratista.

Si los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Técnico Director ordenará al Contratista el reemplazo por otros que se ajusten a los requerimientos que se disponen en los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Artículo 36. - Medios auxiliares.

La Contrata está obligada a ejecutar lo necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aunque no se encuentre estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen.

Será responsable el Contratista de los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la correcta ejecución de los trabajos se necesiten. El Propietario no tendrá responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras debido a la insuficiencia de medios auxiliares.

Serán de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección, señalización de la obra y aquello necesario para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

Epígrafe III. Recepción y liquidación.

Artículo 37. - Recepciones provisionales.

Para llevar a cabo la recepción provisional de las obras será necesaria la presencia del Propietario, del Ingeniero Técnico Director de la Obra y del Contratista o representante autorizado.

Si las obras están en buen estado y han sido ejecutadas según las condiciones establecidas, se tomarán por percibidas provisionalmente comenzando aquí el plazo de garantía, que será de un trimestre.

Cuando las obras no estén para ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán aquí las instrucciones que el Ingeniero Técnico Director deberá señalar al Contratista para poner remedio a los defectos observados, imponiendo un plazo para la subsanación, expirado éste, se llevará a cabo un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Tras el reconocimiento y si la obra fuera conforme a las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas será para la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Artículo 38. - Plazo de garantía.

Desde la fecha de realización de la recepción provisional, comienza el plazo de garantía anual. Durante este período, el Contratista será responsable de toda reparación de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 39. - Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, estando obligado, no se encarga de la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que el lugar no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer de servicios de guardería, limpieza y todo lo que sea necesario para su impecable conservación, corriendo cuenta de la contrata.

Una vez abandone el Contratista el edificio, tanto por correcta finalización de las obras, como por rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Técnico Director disponga.

Tras la recepción provisional y en caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los necesarios para su guardería y limpieza y para los trabajos que sean precisos de realizar.

Ocupado o no el edificio, el Contratista está obligado a revisar la obra durante el plazo dispuesto para ello, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista es obligado a destinar a su costa a un vigilante que prestará su servicio según las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Artículo 40. - Recepción definitiva.

Finalizado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional. Si las obras están bien conservadas, el Contratista quedará relevado de responsabilidades económicas, en caso contrario se aplazará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Técnico Director de la Obra, y dentro del plazo fijado, queden las obras como se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento no hubiese sido cumplido por el Contratista, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad considere justo brindar un nuevo plazo.

Artículo 41. - Liquidación final.

Culminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobados por la Dirección Técnica con sus precios. Nunca tendrá derecho el Contratista a presentar reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el permiso del Ingeniero Técnico Director.

Artículo 42. - Liquidación en caso de rescisión.

En esta situación, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

Epígrafe IV. Facultades de la dirección de obras.

Artículo 43. - Facultades de la dirección de obras.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos anteriores, es misión suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas de la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras se lleven a cabo, pudiendo incluso, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la correcta marcha de la obra.

Capítulo 4. Pliego de condiciones de índole económica.

Epígrafe I. Base fundamental.

Artículo 44. - Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe recibir el importe de todos los trabajos realizados, siempre que estos se hayan realizado sujetos al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Epígrafe II. Garantías de cumplimiento y fianzas.

Artículo 45. – Garantías.

El Ingeniero Técnico Director podrá reclamar al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de comprobar si éste reúne todas las condiciones requeridas para el cumplimiento total del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista a priori de la firma del Contrato.

Artículo 46. – Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que cumpla lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto total de las obras adjudicadas.

Artículo 47. - Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se niega a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ejecutar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Técnico Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no sea suficiente para cubrir los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 48. - Devolución de la fianza.

La fianza se devolverá al Contratista en un plazo no superior a 8 días, una vez cumplimentada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se ubique la obra, que no existe reclamación contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

Epígrafe III. Precios y revisiones.

Artículo 49. - Precios contradictorios.

Si se diese algún caso por el cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se estudiará y convendrá contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba aplicarse.

Si ambas coinciden, se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier mínima diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible consensuar por simple discusión de resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que tome la resolución conveniente, que podrán ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser llevada a cabo por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio se hará necesariamente al inicio de la nueva unidad, ya que, si se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a cumplir la satisfacción de éste.

Artículo 50. - Reclamaciones de aumento de precios.

Si el Contratista, antes de firmar el Contrato, no hubiese reclamado, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para llevar a cabo las obras.

Tampoco será admitida reclamación de ninguna especie fundamentada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no ser este documento base de la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier momento, pero no se tendrán en cuenta para la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Técnico Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Artículo 51. - Revisión de precios.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales, los materiales y transportes, se admite la revisión de los precios contratados, bien en alza o baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

En los casos de revisión en alza, el Contratista y el Propietario, ambas partes, convendrán el nuevo precio unitario antes de iniciar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios, que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc. a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 52. - Elementos comprendidos en el presupuesto.

Cuando se fijan los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, el importe correspondiente a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que haya que hacer debido a cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista nada por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad se incluyen los materiales accesorios y operaciones necesarias finalizar la obra completamente y en disposición de recibirse.

Epígrafe IV. Valoración y abono de los trabajos.

Artículo 53. - Valoración de la obra.

La medición de la obra acabada se realizará por el tipo de unidad fijada en el presupuesto.

La valoración se obtendrá aplicando a las diversas unidades de obra el precio asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el beneficio industrial y descontando la baja en la subasta hecha por el Contratista.

Artículo 54. - Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán estando el Contratista presente, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmado por ambas partes. La medición final se llevará a cabo una vez terminadas las obras con presencia del Contratista.

En el acta que se levante, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá mostrar la conformidad del Contratista o de su representante. En caso de no conformidad, se expondrá a manera de sumario y con posibilidad de ampliar los motivos de no conformidad.

Artículo 55. - Equivocaciones en el presupuesto.

Hay que suponer que el Contratista realiza un sofisticado estudio de los documentos que componen el Proyecto, y al no haber encontrado posibles errores o equivocaciones en el mismo, se sobrentiende que no hay lugar a disposición en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada según el Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Artículo 56. - Valoraciones de obras incompletas.

Si a consecuencia de rescisión u otras causas fuera necesario valorar las obras inacabadas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda hacerse la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 57. - Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones derivados de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo 58. – Pagos.

Los pagos serán realizados por el Propietario en los plazos establecidos y su importe corresponderá al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 59. - Suspensión por retraso de pagos.

Bajo ningún concepto podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, según el plazo en que deben terminarse.

Artículo 60. - Indemnización por retraso de los trabajos.

El importe de la indemnización que debe pagar el Contratista a causa de retraso no justificado, en el plazo de finalización de las obras contratadas, será: el importe derivado de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

Artículo 61. - Indemnización por daños de causa mayor al contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, avería o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1. Los incendios causados por electricidad atmosférica.
2. Los daños provocados por terremotos y maremotos.
3. Los daños provocados por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las previstas en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o minimizar los daños.
4. Los daños provenientes de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
5. Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

Las indemnizaciones se referirán exclusivamente a las unidades de obra ya ejecutadas o materiales amontonados a pie de obra; en ningún caso se referirá a medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc. propiedad de la Contrata.

Epígrafe V. – Varios.

Artículo 62. - Mejoras de obras.

No se admitirán mejoras de obra, a no ser que el Ingeniero Director lo haya ordenado por escrito. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo error en las mediciones del Proyecto, a no ser que el Ingeniero Técnico Director ordene la ampliación de las Contratadas.

Artículo 63. - Seguro de los trabajos.

El Contratista deberá asegurar la obra contratada, durante todo su tiempo de ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, siempre, con el valor que tengan, por Contrata los trabajos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que es se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como los demás trabajos de la construcción. Nunca, salvo conformidad del Contratista, expresada en

documento público, el Propietario podrá usar dicho importe para necesidades ajenas a las de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Para las obras de reforma o reparación se fijará, en primer lugar, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro incluye toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su conformidad o disconformidades.

Capítulo 5. Pliego de condiciones de índole legal.

Artículo 64. – Jurisdicción.

Para todas las cuestiones, litigios o diferencias que puedan surgir durante o a posteriori de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Técnico Director de la Obra, y en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que se ubique la propiedad, renunciando al fuero domiciliario.

El Contratista tiene la responsabilidad ante la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento contractual del Proyecto).

El Contratista se somete a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus lindes y vigilando que, por los poseedores de las fincas colindantes, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que modifiquen las dimensiones de la propiedad.

Toda observación relacionada con este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Técnico Director.

Sobre el Contratista cae toda responsabilidad sobre toda falta relacionada con la política Urbana y las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación se encuentra ubicada.

Artículo 65. - Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos durante los trabajos de ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, el único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún conducto pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista deberá adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes disponen para evitar accidentes a los obreros o viandantes en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista tendrá la responsabilidad de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se realicen las obras como en las colindantes. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requerimientos que se disponen en las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 66. - Pagos de arbitrios.

El abono de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., que debe hacerse durante el tiempo de realización de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se determine lo contrario. No obstante, el

Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Técnico Director considere justo hacerlo.

Artículo 67. - Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista
2. La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a) La modificación del Proyecto de forma que tenga alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Ingeniero Técnico Director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos, del 40%, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40% como mínimo de las Unidades del Proyecto modificadas.

4. La suspensión de la obra iniciada y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata, no se de inicio a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5. La suspensión de la obra iniciada, siempre que el plazo de suspensión haya sobrepasado un año.

6. El no brindar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo prescrito y en las condiciones particulares del Proyecto.

7. El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8. La culminación del plazo de realización de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9. El abandono de la obra de manera injustificada.

10. La mala fe en la realización de los trabajos.

Puerto Real, Septiembre 2021

El alumno del Grado en Ingeniería Química



Fdo: José Manuel Reyes Guerrero

DOCUMENTO 5:

PRESUPUESTO

ÍNDICE-PRESUPUESTO:

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.	3
2.1. TOLVA DE RECEPCIÓN.....	3
2.2. CINTA TRANSPORTADORA.	4
2.3. MÁQUINA DESPALILLADORA Y LAVADORA.....	5
2.4. MOLINO DE MARTILLOS.	5
2.5. TORNILLO SINFÍN.....	5
2.6. TERMOBATIDORA.	6
2.7. BOMBA TRASVASE MASA DE ACEITUNAS.	7
2.8. CENTRÍFUGA HORIZONTAL.	7
2.9. BOMBA ACEITE SUCIO.....	7
2.10. CENTRÍFUGA VERTICAL.	7
2.11. DEPÓSITO CONSERVACIÓN ACEITE LIMPIO.	7
2.12. KIT ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.	8
2.13. TANQUE DE ALPERUJOS.	8
2.14. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.	8
3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.	11
4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN GENERAL.	11

1. Introducción.

La redacción de este documento se hará, primero, estimando los costes relacionados con los equipos que han sido diseñados y reflejando los precios de las unidades obtenidas por catálogo. Tras esto, con la implementación del método de Guerchet, se calculará la superficie física que se requerirá en la planta. Una vez conocida la superficie física, se puede calcular el precio de la incorporación de todos los equipos a la planta. El sumatorio resultante de sumar todos los costes, formará el Presupuesto de Ejecución Material (PEM). Tras el cálculo del PEM, se calculará el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) aplicando la normativa vigente relacionada con ello. Finalmente, la suma de ambos será el resultado del Presupuesto de Ejecución General (PEG) del proyecto.

2. Presupuesto de ejecución material.

2.1. Tolva de recepción.

En este caso se va a usar una correlación con sus correspondientes datos que publica el Grupo de Tecnología Química perteneciente al Departamento de Ingeniería Química Industrial y Medio Ambiente (DIQUIMA) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.

En primer lugar, cabe destacar que se va a considerar la tolva como un depósito. Esto es debido a que no existen los parámetros necesarios para la tolva.

Para calcular el coste de un equipo que opera a presión atmosférica y es construido en acero, se usa la siguiente ecuación (Rodríguez, 2005):

$$\log(C_p^0) = K_1 + K_2 \cdot \log(A) + K_3 \cdot (\log(A))^2$$

Donde A es la capacidad o parámetro de dimensión del equipo y los valores de K_i se obtienen de la siguiente figura:

Vessel Data (including data for distillation towers and packed col				
Vertical Vessels				
K_1	K_2	K_3	V_{min}	V_{max}
3,4974	0,4485	0,1074	0,3	520

Figura 1: Datos K_i . Fuente: Rodríguez (2005)

$$\log(C_p^0) = 3,4974 + 0,4485 \cdot \log(1,35) + 0,1074 \cdot (\log(1,35))^2$$

$$C_p^0 = 3611,43 \$$$

Será necesario convertir la cantidad a €, para ello aplicaremos el factor de conversión vigente a día 31 de agosto de 2021:

$$3611,43 \$ \cdot \frac{0,85€}{1\$} = 3069,72 €$$

Los datos pertenecen al año 2005, habrá que emplear algún método para que la estimación haga referencia al presente año 2021. Se elige usar los índices CEPCI (Chemical Engineering Plant Cost Index). Para el año 2005, el valor de CEPCI es de 468,2 y para el presente 2021, CEPCI= 593,3.

$$\frac{CEPCI\ 2021}{CEPCI\ 2005} = \frac{Coste\ 2021}{Coste\ 2005} \quad \frac{593,3}{468,2} = \frac{Coste\ 2021}{3069,72€}$$

$$Coste\ 2021 = 3889,93€.$$

Al coste de la tolva, hay que añadir el coste del vibrador que se colocará a la salida de la misma. El coste que figura en el catálogo de este equipo auxiliar es de **156,75 €**.

2.2. Cinta transportadora.

Para la estimación de coste de la cinta transportadora, se recurre al software online de cálculo de costes de la editorial Mc Graw Hill, que puede verse desde el siguiente enlace:

<http://www.mhhe.com/engcs/chemical/peters/data/ce.html>

En el menú se debe buscar *Conveyors* y dentro del submenú *Belt*. Los datos de entrada para el cálculo son el ancho de la banda (0,4 metros), la distancia de transporte (10,22 metros) y el número de equipos (1 unidad). Tras esto, pide el CEPCI 2021 cuyo valor es de 593,3.

El resultado, que luego convertiremos en euros, es el siguiente:

Equipment Number	Type of Equipment	Equipment Specifications	Materials of Construction	Equipment Cost in \$, 31/08/2021 CE index = 593.3
1	Belt conveyor	10.22 conveying distance, m		25403
			Total_Dollars:	25403

Figura 2: Coste cinta transportadora.

$$25403 \$ \cdot \frac{0,85€}{1\$} = 21592,55€$$

2.3. Máquina despalilladora y lavadora.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **3437,50 €**.

2.4. Molino de martillos.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **883 €**.

2.5. Tornillo sinfín.

En este caso, se va a emplear otro reconocido software online de estimación de costes. En este caso se trata de *Matches*, que es una empresa de ingeniería, creada para apoyar la toma de decisiones para el desarrollo de nuevos productos, nueva tecnología de procesos o mejoras en productos químicos, energía, fabricación y metalurgia. En su página web, disponen de un software dedicado a la estimación de costes. Es posible acceder al mismo a través del siguiente enlace: <http://www.matche.com/equipcost/Conveyor.html>

Para proceder al cálculo, se selecciona en el menú de *Equipment Type* el tipo de equipo, que en este caso en *Conveyor*. En el menú desplegable *Conveyor Type*, se seleccionará la opción *Screw*. Se introducirá el diámetro del tornillo (2,76 inches) y la longitud del tornillo (5,91 feet). El resultado observable es el siguiente:

Conveyor Type:

Dia./Width should be between 6 and 24 inches

Conveyor Width/Diameter: Inches

Length should be between 12 and 140 feet

Conveyor Length: Feet

Material: Carbon Steel

Pressure: Atmospheric

Cost 2014 US \$: **800**

F.O.B. Gulf Coast U.S.A.

Figura 3: Coste tornillo sinfín.

A diferencia del software usado para la tolva, en este se da el coste para el año 2014. Por ello, se recurre a usar los valores de CEPCI para obtener el precio en la fecha actual.

$$\frac{CEPCI\ 2021}{CEPCI\ 2014} = \frac{Coste\ 2021}{Coste\ 2014} \quad \frac{593,3}{576,1} = \frac{Coste\ 2021}{800\$}$$

$$Coste\ 2021 = 823,88\$$$

Por último, se convierte la cantidad a euros:

$$823,88\$ \cdot \frac{0,85\text{€}}{1\$} = 700,30\text{€}$$

2.6. Termobatidora.

Encontrar parámetros de estimación de costes de la termobatidora puede ser casi imposible. Pues es un equipo poco utilizado en los procesos químicos y no existirán datos sobre ello. De manera que, se decide buscar un equipo en algún catálogo de dimensiones similares y tomar el valor del precio de venta como el precio de coste del equipo diseñado en este proyecto.

Se procede a elegir un equipo con termostato y dimensiones similares al diseñado (alto: 97 cm, largo 112 cm y ancho 37 cm). Además posee un motor superior en 1,7 CV al diseñado en el proyecto.

El precio de venta del mismo es de 1100€, y será este el precio elegido como precio de coste. Se debe tener en cuenta la existencia de dos unidades del mismo.



Batidora Inox de Aceitunas, con Termostato

Referencia 87485
Condición: Nuevo producto

Batidora Inox de Aceitunas, con Termostato Batidora de aceituna fabricada en acero inoxidable, con motor eléctrico monofásico de 0,55 Kw. Producción horaria (Kg/hora): 100-125. Cuenta con termostato.

Consulte disponibilidad: 986756219

1 100,00 € impuestos inc.

Ver más grande

3 AÑOS de garantía
14 DIAS de garantía de devolución
PAGO SEGURO

Figura 4: Termobatidora similar.

2.7. Bomba trasvase masa de aceitunas.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **2541 €**.

2.8. Centrífuga horizontal.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **14000 €**.

2.9. Bomba aceite sucio.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **633,45 €**.

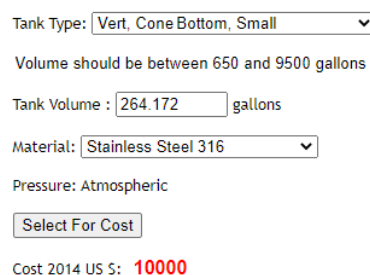
2.10. Centrífuga vertical.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **20600 €**.

2.11. Depósito conservación aceite limpio.

Se usará un proceso análogo al del tornillo sinfín mediante el software online de la empresa Matches.

Para proceder al cálculo, se selecciona en el menú de *Equipment Type* el tipo de equipo, que en este caso en *Tank*. En el menú desplegable *Tank Type*, se seleccionará la opción *Vert, Cone Bottom, Small*. Se introducirá el volumen (264,172 galones) y el material de fabricación (SS 316). El resultado observable es el siguiente:



The screenshot shows a web-based form for estimating tank costs. It includes a dropdown menu for 'Tank Type' set to 'Vert, Cone Bottom, Small', a text input for 'Tank Volume' set to '264.172' with a unit of 'gallons', and another dropdown for 'Material' set to 'Stainless Steel 316'. Below these is a 'Pressure' field set to 'Atmospheric' and a 'Select For Cost' button. At the bottom, the calculated cost is displayed as 'Cost 2014 US \$: 10000'.

Tank Type:

Volume should be between 650 and 9500 gallons

Tank Volume : gallons

Material:

Pressure: Atmospheric

Cost 2014 US \$: **10000**

Figura 5: Estimación tanques.

Al igual que para el tornillo sinfín, en esta estimación se da el coste para el año 2014. Por ello, se recurre a usar los valores de CEPCI para obtener el precio en la fecha actual.

$$\frac{CEPCI\ 2021}{CEPCI\ 2014} = \frac{Coste\ 2021}{Coste\ 2014} \quad \frac{593,3}{576,1} = \frac{Coste\ 2021}{10000\$}$$

$$Coste\ 2021 = 10298,56\$$$

Por último, se convierte la cantidad a euros:

$$10298,56 \$ \cdot \frac{0,85€}{1\$} = 8753,77€$$

Se debe tener en cuenta que se dispone de tres unidades de este tipo de tanques de almacenamiento.

2.12. Kit energía solar térmica.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **2999 €**.

Se añade además a este apartado el precio de la válvula de mezcla termostática (**35,79 €**) y de la caldera de gas auxiliar (**326 €**).

2.13. Tanque de alperujo.

Al tratarse de un equipo dimensionado y elegido durante la consulta de un catálogo de un fabricante, el precio del equipo será directamente el que viene reflejado en dicho catálogo, siendo este de **1890,15 €**.

Se debe tener en cuenta que se dispone de tres unidades de este tipo de tanques de almacenamiento.

2.14. Distribución en planta.

Con la distribución en planta se puede obtener el área total necesaria en la planta. Una vez obtenido el área total, se obtiene el coste de la instalación según el precio de las superficies en el país en ese momento.

Aunque ya se dijo en apartados anteriores que la finca era propiedad familiar, para realizar un completo estudio económico es necesario calcular el coste de la misma.

Para el cálculo de áreas se seguirá el método de Guerchet. Según este método, la superficie total de la planta será el sumatorio de las superficies de todos los equipos. Donde la superficie de cada tipo de equipo se rige por la siguiente ecuación:

$$S_{total\ equipo} = n \cdot (S_E + S_G + S_V)$$

Donde:

- ✓ S_E : Superficie estática del equipo. Se trata directamente del área estática que ocupa.
- ✓ S_G : Superficie gravitacional. Superficie de utilidad por los operarios. Se calcula de la siguiente forma:

$$S_G = S_E \cdot n^{\circ\ de\ lados\ accesibles}.$$

- ✓ S_V : Superficie de evolución. En ella se dan los desplazamientos del personal. Se calcula de la siguiente forma:

$$S_V = (S_E + S_G) \cdot k$$

El factor k se puede obtener de la siguiente figura:

Gran industria, alimentación	0.05 – 0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0.10 – 0.25
Textil-hilado	0.05 – 0.25
Textil-tejido	0.50 – 1.00
Relojería, joyería	0.75 – 1.00
Pequeña mecánica	1.50 – 2.00
Industria mecánica	2.00 – 3.00

Figura 6: Valores de k .

Una vez expuesto el método de cálculo, se inserta una tabla extraída del software Microsoft Office Excel con todo el cálculo realizado e información necesaria.

Para el cálculo de áreas se usa la fórmula según la geometría de la planta (vista superior) de cada uno de los equipos, generalmente rectángulos o circunferencias. Las medidas se toman a partir de los catálogos de especificaciones que aportan cada uno de los fabricantes. Para k se toma el valor de 0,10.

Equipo	nº de equipos	SE	nº lados accesibles	SG	k	SV	ST
Tolva recepción	1	1,767	2	3,534	0,1	0,530	5,832
Cinta de transporte	1	4,000	4	16,000	0,1	2,000	22,000
Máquina lavadora	1	0,751	4	3,004	0,1	0,376	4,131
Molino de martillos	1	0,540	4	2,160	0,1	0,270	2,970
Tornillo sin fin	1	0,105	4	0,420	0,1	0,053	0,578
Termobatidora	2	0,873	4	3,492	0,1	0,437	9,603
Bomba Pasta	1	0,260	4	1,040	0,1	0,130	1,430
Centrífuga H.	1	1,105	4	4,420	0,1	0,553	6,078
Bomba Aceite	1	0,200	4	0,800	0,1	0,100	1,100
Centrífuga V.	1	0,760	4	3,040	0,1	0,380	4,180
Tanques aceite	3	1,674	4	6,697	0,1	0,837	27,624
Tanques alperujo	3	4,437	4	17,748	0,1	2,219	73,211
						Superficie total planta	158,73 m ²

Tabla 1: Cálculos superficie planta. Fuente: elaboración propia.

El área necesaria se puede redondear a 160 m². Según las últimas noticias el precio del suelo en España en el pasado mes de junio era de 136,4 €/m². El producto de ambos datos, fijará el coste de la instalación:

$$\text{Coste instalación} = 160 \text{ m}^2 \cdot 136,4 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 21284\text{€}$$

Por último, el sumatorio de los precios de los equipos y el de la instalación, será el resultado del Presupuesto Ejecución Material (PEM):

$$\text{PEM} = 127211,03\text{€}$$

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del presente TFG: “Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz)” es de “CIENTO VEINTISIETE MIL DOSCIENTOS ONCE EUROS Y TRES CÉNTIMOS”.

3. Presupuesto de ejecución por contrata.

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es la suma del Presupuesto de Ejecución Material (PEM), los Gastos Generales de Estructuras (GGE) y el beneficio industrial (BI). Esto viene recogido en el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas

Se establece un 15% (debe estar entre el 13 y 17 por 100) del PEM para los Gastos Generales de Estructuras y un 6% del PEM para el beneficio industrial.

$$GGE = 0,15 \cdot PEM = 0,15 \cdot 127211,03 = 19081,66 \text{ €}$$

$$BI = 0,06 \cdot PEM = 0,06 \cdot 127211,03 = 7632,66 \text{ €}$$

$$PEC = PEM + GGE + BI = 153925,35 \text{ €}$$

El Presupuesto de Ejecución por Contrata del presente TFG: “Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz)” es de “CIENTO CINCUENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO EUROS Y TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS”.

4. Presupuesto de ejecución general.

El Presupuesto de Ejecución General (PEG) consiste en aplicar el Impuesto sobre el Valor Añadido (21%) al Presupuesto de Ejecución por Contrata calculado en el apartado anterior:

$$PEG = PEC \cdot 1,21 = 186249,68 \text{ €}$$

Se expone el Presupuesto de Ejecución General del presente TFG: “Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz)” cuya cantidad monetaria es de: “CIENTO OCHENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS Y SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS”.

DOCUMENTO 6:

ESTUDIO DE

IMPACTO

AMBIENTAL

ÍNDICE-ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.	3
2.1. LEGISLACIÓN ESTATAL.	4
2.1.1. <i>Ámbito general.</i>	4
2.1.2. <i>Ámbito laboral.</i>	5
2.1.3. <i>Ámbito: Focos móviles emisores de ruidos y vibraciones.</i>	5
2.2. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA DE ANDALUCÍA.	5
3. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.	5
3.1. EMISIONES DE GASES.	5
3.2. CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES.	5
3.3. RESIDUOS.	5
3.4. LEGISLACIÓN ESTATAL.	6
3.4.1. <i>Ámbito general.</i>	6
3.5. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA DE ANDALUCÍA.	6

1. Introducción.

La realización de un estudio de impacto ambiental a la hora del diseño de un proyecto de ingeniería química o de cualquier otra disciplina es de carácter vital. Pues gracias a ello se podrán obtener nociones de qué tipo de impactos ambientales se pueden estar emitiendo y en qué cuantía.

Para ello, es necesario acogerse a ciertos aspectos relacionados con la gestión de residuos y aguas, el impacto visual del paisaje, las emisiones de gases de efecto invernadero u otros nocivos o la contaminación acústica, entre otros.

Este último documento del presente Trabajo Fin de Grado relacionado con la Evaluación del Impacto Ambiental, se ciñe a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. En el texto de la misma pueden ser diferenciados dos tipos de evaluación ambiental enfocados a proyectos, siendo estos tipos los siguientes: Evaluación Ambiental Simplificada y Evaluación Ambiental Ordinaria.

Las diferencias que radican entre ellas radican en la complejidad, y por tanto, duración de los procedimientos de evaluación. Partiendo de que la Evaluación Ambiental Ordinaria es capaz de tener una duración cercana a un cuatrimestre tras la completa recepción del expediente en el Órgano Ambiental, la Evaluación Ambiental Simplificada tiene una duración trimestral tras la recepción de la documentación asociada al completo. Esta última es un Documento Ambiental de reducido contenido en comparación con el anterior.

Las almazaras pueden verse identificadas en el grupo 2 de los proyectos sometidos a la Evaluación Ambiental Simplificada. Este grupo recibe el nombre de industrias de productos alimenticios. Dentro del grupo, el primer subgrupo habla sobre instalaciones industriales para la elaboración de grasas y aceites vegetales y animales.

En este estudio de impacto ambiental se va a proceder a hablar de la contaminación acústica y de la atmosférica, ya que son las más destacables en el proyecto.

2. Contaminación acústica.

El ruido que pueda ser emitido en una almazara proviene tanto del interior de la almazara, como del patio de maniobras (zona de recepción). Según un estudio acústico realizado en una almazara de Castañar de Ibor (Cáceres), se recogieron las siguientes mediciones:

Zona	Nivel de emisión dB(A)
Patio de maniobras	75,7
Nave de molinos	84,9
Nave almazara	85,3
Habitáculo de la separadora de hueso	83,3
Nave de almacenamiento de aceite	75,1

Figura 1: Medición acústica almazara. Fuente: Vergara (2016).

La normativa vigente de la Junta de Andalucía para la contaminación acústica es la que se recoge en el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

En esta normativa se fijan la cantidad de 75 dB diurnos y 65 dB nocturnos. Aunque en este caso los dB nocturnos son irrelevantes, ya que la industria trabajará de 8 a 18 horas.

Según el estudio que se expone anteriormente los niveles de ruido son superados aunque en poca cantidad. Al ser más pequeña la almazara que se diseña en este proyecto, el nivel de ruido producido también será menor al haber menor presencia de equipos y ser estos de menor tamaño.

Aun así, puede que sea necesaria la instalación de aislantes acústicos. Estos podrán ser replanteados durante el transcurso de la obra por el Ingeniero Técnico Director.

2.1. Legislación estatal.

2.1.1. Ámbito general.

- ✓ Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- ✓ Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- ✓ Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- ✓ Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

2.1.2. Ámbito laboral.

- ✓ Instrumento de Ratificación de 24 de noviembre de 1980, del Convenio número 148 de la OIT, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo
- ✓ Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- ✓ Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

2.1.3. Ámbito: Focos móviles emisores de ruidos y vibraciones.

2.1.3.1. Maquinaria de uso al aire libre.

- ✓ Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

2.2. Legislación autonómica de Andalucía.

- ✓ Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

3. Contaminación ambiental.

3.1. Emisiones de gases.

A lo largo de la planta no existen emisiones de ningún tipo de gases. El único punto de emisión de gases es la caldera de gas que funciona de manera puntual en días donde la incidencia solar es nula. Este tipo de calderas a la salida de su reacción de combustión liberan dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno, que son gases nocivos para el medio ambiente.

3.2. Contaminación de aguas superficiales.

Tanto el agua pluvial como el agua de lavado de las aceitunas no son demasiado contaminantes y se desechan por las canalizaciones de la población.

El agua proveniente de lavado de centrifugadoras es enviada a balsas de evaporación, donde tras la evaporación del agua, se recogen los residuos para ser tratados correctamente.

3.3. Residuos.

Sin duda alguna, los residuos más peligrosos y contaminantes son el alperujo y el agua de lavado proveniente de la centrífuga vertical. Sin embargo estos son recogidos en un tanque para ser evacuados y tratados por una empresa especializada en estos trabajos.

Las hojas y ramas provenientes de la despalilladora son recogidas por ganaderos para alimentación de sus reses.

3.4. Legislación estatal.

3.4.1. Ámbito general.

- ✓ Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- ✓ Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- ✓ Real Decreto 678/2014, de 1 de agosto, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- ✓ Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- ✓ Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo, por la que se aprueba el Índice Nacional de Calidad del Aire.
- ✓ Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.

3.5. Legislación autonómica de Andalucía.

- ✓ Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía.
- ✓ Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

DOCUMENTO 7:

ESTUDIO DE

SALUD Y

SEGURIDAD

ÍNDICE-ESTUDIO DE SALUD Y SEGURIDAD:

1. MEMORIA.	4
1.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES: JUSTIFICACIÓN, OBJETO Y CONTENIDO.	4
1.1.1. <i>Justificación.</i>	4
1.1.2. <i>Objeto.</i>	4
1.1.3. <i>Contenido.</i>	5
1.2. DATOS GENERALES.	5
1.2.1. <i>Características generales del Proyecto de Ejecución.</i>	5
1.2.2. <i>Emplazamiento y condiciones del entorno.</i>	5
1.3. MEDIOS DE AUXILIO.	6
1.3.1. <i>Medios de auxilio en obra.</i>	6
1.3.2. <i>Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos.</i>	7
1.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES.	7
1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR.	7
1.5.1. <i>Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra.</i>	9
1.5.2. <i>Durante las fases de ejecución de la obra.</i>	11
1.5.3. <i>Durante la utilización de medios auxiliares.</i>	15
1.5.4. <i>Durante la utilización de maquinaria y herramientas.</i>	15
1.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES.	16
1.6.1. <i>Caídas al mismo nivel.</i>	16
1.6.2. <i>Caídas a distinto nivel.</i>	16
1.6.3. <i>Polvo y partículas.</i>	16
1.6.4. <i>Ruido.</i>	16
1.6.5. <i>Esfuerzos.</i>	16
1.6.6. <i>Incendios.</i>	17
1.6.7. <i>Intoxicación por emanaciones.</i>	17
1.7. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE.	17
1.7.1. <i>Caída de objetos.</i>	17
1.7.2. <i>Dermatosis.</i>	17
1.7.3. <i>Electrocuciones.</i>	18
1.7.4. <i>Quemaduras.</i>	18
1.7.5. <i>Golpes y cortes en extremidades.</i>	18
1.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.	18
1.8.1. <i>Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas.</i>	18
1.8.2. <i>Trabajos en instalaciones.</i>	19
1.8.3. <i>Trabajos con pinturas y barnices.</i>	19
1.9. TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES.	19
1.10. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA.	19
1.11. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA.	19
2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.	20
2.1. Y. SEGURIDAD Y SALUD.	20
2.1.1. <i>YC. Sistemas de protección colectiva.</i>	21
2.1.2. <i>YI. Equipos de protección individual.</i>	21
2.1.3. <i>YM. Medicina preventiva y primeros auxilios.</i>	21
2.1.4. <i>YP. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar.</i>	21
2.1.5. <i>YS. Señalización provisional de obras.</i>	22
3. PLIEGO.	23

3.1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.	23
3.1.1. Disposiciones generales.	23
3.1.2. Disposiciones facultativas.	23
3.1.3. Formación en Seguridad.	26
3.1.4. Reconocimientos médicos.	27
3.1.5. Salud e higiene en el trabajo.	27
3.1.6. Documentación de obra.	28
3.1.7. Disposiciones Económicas.	29
3.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.	29
3.2.1. Medios de protección colectiva.	29
3.2.2. Medios de protección individual.	30
3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort.	30

1. Memoria.

1.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido.

1.1.1. Justificación.

El proyecto que se presenta en este Trabajo Fin de Grado necesita la inclusión de un estudio básico de seguridad y salud, debido a su pequeño volumen y a su relativa sencillez de elaboración, cumpliéndose el artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al verificarse que:

- ✓ Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- ✓ Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- ✓ Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- ✓ Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud”.

1.1.2. Objeto.

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS a partir de ahora) son definidas aquellas medidas encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y/o enfermedades profesionales que pueden darse mientras se lleva a cabo la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se detallan las directrices básicas siguiendo la legislación siempre vigente, sobre las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el propósito de que el contratista cumpla totalmente con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los fines que pretende alcanzar el presente EBSS son:

- ✓ Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.

- ✓ Prevenir acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.
- ✓ Delimitar y aclarar atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso de construcción.
- ✓ Calcular los costes en materia de protección y prevención.
- ✓ Relacionar la clase de medidas de protección a emplear según el riesgo.
- ✓ Controlar a tiempo los riesgos que se derivan de la llevada a cabo de la obra.
- ✓ Usar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

1.1.3. Contenido.

Este EBSS contiene las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, incluyendo la identificación de los riesgos que puedan ser evitados, numerando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, detallando las medidas preventivas y protecciones técnicas proclives a controlar y minimizar dichos riesgos y valorando su eficacia, especialmente en el momento en que se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el EBSS se incluyen además las previsiones y las informaciones útiles para realizar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre aferrados a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Datos generales.

1.2.1. Características generales del Proyecto de Ejecución.

Se aporta aquella información que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- ✓ Denominación del proyecto: Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz).
- ✓ Plantas sobre rasante: 1
- ✓ Plantas bajo rasante: 1

1.2.2. Emplazamiento y condiciones del entorno.

Aquí se especifican, resumidamente, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- ✓ Dirección: Rancho de Hinojo, Medina Sidonia (Cádiz)

- ✓ Accesos a la obra: Carril de gravilla en perfecto estado y carencia de baches o resaltos.
- ✓ Topografía del terreno: Llanura con tierra principalmente arenisca.
- ✓ Edificaciones colindantes: Casa de campo.
- ✓ Condiciones climáticas y ambientales: Temperaturas suaves y precipitaciones de manera oportuna. No hay riesgo de inundación ni de deslizamiento por helada.

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

1.3. Medios de auxilio.

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. En caso de tratarse de heridos leves podrán trasladarse por cualquier otro medio, siempre con el consentimiento y supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Existirá un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos, de manera que este sea perfectamente visible.

1.3.1. Medios de auxilio en obra.

En la obra habrá existencia de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar completamente accesible a los operarios y debidamente equipado, según la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

Su contenido se limitará, como mínimo, al establecido en el anexo VI. A). 3 del Real Decreto 486/97, de 14 de abril:

- ✓ Desinfectantes y antisépticos autorizados
- ✓ Gasas estériles
- ✓ Algodón hidrófilo
- ✓ Vendas
- ✓ Esparadrapo
- ✓ Apósitos adhesivos
- ✓ Tijeras

- ✓ Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y caducados.

1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos.

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

Nivel asistencial	Nombre, emplazamiento y teléfono	Distancia aprox. (km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Urgencias nivel medio	Centro de Salud Medina Sidonia Av. Al-Andalus, 11170 Medina-Sidonia (Cádiz) 670940341	3,6 (9 minutos en coche con tráfico normal)
Urgencias nivel superior	Hospital Universitario de Puerto Real Crta. Nacional IV km 655, 11510 Puerto Real (Cádiz) 956 005677	28,5 (27 minutos en coche con tráfico normal)

1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores.

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" dispuestas en la legislación vigente en la materia.

Se instala una caseta para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y evolución de la ejecución lo permitan.

1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar.

Se enumeran en este apartado los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante la ejecución de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a tener en cuenta para eliminar o minimizar estos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) vitales para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- ✓ Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel.
- ✓ Desprendimiento de cargas suspendidas.
- ✓ Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- ✓ Exposición a vibraciones y ruido.
- ✓ Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- ✓ Cortes y heridas con objetos punzantes.
- ✓ Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- ✓ Electrocuciones por contacto directo o indirecto.
- ✓ Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- ✓ Intoxicación por inhalación de humos y gases.

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

- ✓ La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- ✓ Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles.
- ✓ Prohibición de la entrada a toda persona ajena a la obra.
- ✓ Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia.
- ✓ Las operaciones que conlleven riesgos de carácter especial se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- ✓ Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- ✓ Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- ✓ La carga y descarga de materiales se realizará con la mayor precaución y cautela posible, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída de manera desafortunada.
- ✓ La manipulación de los elementos pesados se ejecutará por personal cualificado para ello, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios que puedan acarrear daños físicos.

- ✓ En caso de existencia de líneas eléctricas aéreas, se mantendrán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje
- ✓ No se llevará a cabo ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos.
- ✓ Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- ✓ Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- ✓ Se emplearán escaleras normalizadas, sujetas de manera firme, para el acceso a las excavaciones.
- ✓ Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se señalizarán y protegerán mediante barandillas o redes homologadas para ello.
- ✓ Dentro del recinto de la obra, la velocidad máxima de circulación será de 20 km/h.

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- ✓ Casco de seguridad homologado.
- ✓ Casco de seguridad con barboquejo.
- ✓ Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- ✓ Cinturón portaherramientas.
- ✓ Guantes de goma.
- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Guantes aislantes.
- ✓ Calzado con puntera reforzada.
- ✓ Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- ✓ Botas de caña alta de goma.
- ✓ Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra.
- ✓ Ropa de trabajo impermeable.
- ✓ Faja antilumbago.
- ✓ Gafas de seguridad antiimpactos.
- ✓ Protectores auditivos.

1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra.

Se enumeran los riesgos más frecuentes que pueden aparecer durante los trabajos previos a la realización de la obra, con las medidas preventivas, protecciones a modo colectivo y equipos de protección individual (EPI), específicamente diseñados para dichos trabajos.

1.5.1.1. Instalación eléctrica provisional.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Electrocuciones, ya sean por contacto directo o indirecto.
- ✓ Daños derivados de objetos punzantes.
- ✓ Proyecciones oculares.
- ✓ Incendios.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, haciendo uso de puesta a tierra e interruptores diferenciales de corte.
- ✓ Se permanecerá a una distancia de al menos 6 metros de las líneas de alta tensión aéreas y de 2 m para las líneas en el subsuelo.
- ✓ Será necesario cerciorarse de que el trazado eléctrico no coincide con el del suministro de agua.
- ✓ Se instalarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas debidamente homologadas, con su propia toma de tierra, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, cierre y visera.
- ✓ Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- ✓ Los tendidos eléctricos sobre zonas de paso se instalarán a una altura de al menos 2,2 metros si se prohíbe la circulación a vehículos y de 5 metros en el caso contrario.
- ✓ Los cables subterráneos deberán estar perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad siempre mayor a 40 centímetros.
- ✓ Las tomas de corriente se harán a través de clavijas blindadas normalizadas.
- ✓ Quedan terminantemente prohibidas y fuera de uso las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Calzado aislante específicos para electricistas.
- ✓ Guantes dieléctricos.
- ✓ Banquetas aislantes.
- ✓ Comprobadores de tensión.

- ✓ Herramientas protegidas con aislantes.
- ✓ Ropa de trabajo impermeable y reflectante.

1.5.1.2. Vallado de obra.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Daños derivados de objetos punzantes.
- ✓ Proyecciones de partículas.
- ✓ Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- ✓ Exposición a vibraciones y ruido.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Se prohibirá estacionar en la zona destinada exclusivamente a la entrada de vehículos a la obra.
- ✓ Se recogerá todo el material punzante resultante del vallado.
- ✓ Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, antes de cualquier tipo de subsolado o excavación.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Calzado con puntera reforzada.
- ✓ Guantes de cuero.
- ✓ Ropa de trabajo reflectante.

1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra.

1.5.2.1. Acondicionamiento del terreno.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Atropellos y colisiones derivados de ángulos muertos de la maquinaria o marcha atrás.
- ✓ Circulación de camiones con el volquete hidráulico elevado.
- ✓ Avería mecánica en vehículos y maquinaria, especialmente en sistemas de frenado y de dirección.
- ✓ Vertido de material desde la cuchara de la máquina.
- ✓ Desplazamiento de tierras durante las labores de desplazamiento de camiones y maquinaria pesada.
- ✓ Vuelco de maquinaria por exceso de carga.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Antes de iniciar la excavación será necesario cerciorarse de que no existen conducciones en el subsuelo.
- ✓ Los vehículos tendrán prohibida la circulación a distancia inferiores a 2 metros de los bordes de la excavación o de los desniveles que puedan existir.
- ✓ Las vías de acceso y de circulación dentro de la obra estarán libres de montones de tierra y de hoyos.
- ✓ Toda la maquinaria y resto de vehículos dispondrán de dispositivos sonoros y luz blanca de indicación de maniobra marcha atrás.
- ✓ La zona de tránsito será total y perfectamente señalizada y permanecerá libre de materiales acumulados.
- ✓ Se usarán tecnologías de contención cuando exista peligro de desprendimiento.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Auriculares.
- ✓ Cinturón antivibratorio para operadores de maquinaria.

1.5.2.2. Cimentación.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Inundaciones o filtraciones de agua.
- ✓ Vuelcos, choques y golpes derivados del tránsito de maquinaria o vehículos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Se colocarán protectores homologados en los extremos de la ferralla.
- ✓ La manipulación de las armaduras de ferralla se efectuará mediante eslingas, enlazadas y con ganchos dispuestos de pestillos de seguridad.
- ✓ Se quitarán los materiales punzantes sobrantes.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Guantes homologados para el contacto con hormigón.
- ✓ Guantes de cuero para la manipulación de la ferralla.
- ✓ Botas de goma de caña alta para hormigonado.
- ✓ Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

1.5.2.3. Estructura.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Desprendimientos de encofrados por apilado incorrecto.
- ✓ Caída del encofrado al vacío durante el desencofrado.
- ✓ Cortes derivados de sierras.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Se protegerá la vía pública con una visera de protección.
- ✓ Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán haciendo uso de barandillas o redes homologadas.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- ✓ Guantes homologados para el contacto con hormigón.
- ✓ Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras de ferralla.
- ✓ Botas de goma de caña alta para hormigonado.
- ✓ Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

1.5.2.4. Cerramientos y revestimientos exteriores.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Caída de objetos a distinto nivel.
- ✓ Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- ✓ Afecciones cutáneas por contacto con morteros o materiales aislantes.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Marquesinas de protección ante la caída de objetos.
- ✓ No supresión de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Uso de mascarilla con filtro especial para el corte de ladrillos con sierra.

1.5.2.5. Cubiertas.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Caída por los bordes o deslizamiento por los faldones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ El depósito de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o, y distante de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes.
- ✓ Se usarán escaleras de mano homologadas para acceder a la cubierta. Siendo estas ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1 metro la altura de desembarque.
- ✓ Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Calzado antideslizante.
- ✓ Ropa de trabajo impermeable.
- ✓ Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

1.5.2.6. Instalaciones en general.

Riesgos más frecuentes

- ✓ Electrocuciones directas o indirectas.
- ✓ Quemaduras derivadas de descargas eléctricas.
- ✓ Intoxicación por vapores de la soldadura.
- ✓ Incendios y explosiones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Los operarios habrán recibido la correcta y completa formación relacionada con el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas.
- ✓ Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas.
- ✓ Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Guantes aislantes en pruebas de tensión.
- ✓ Calzado con suela aislante.
- ✓ Banquetas aislantes.

- ✓ Comprobadores de tensión.
- ✓ Herramientas aislantes.

1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares.

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se elaborará según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica (Orden de 28 de agosto de 1970), prestando especial atención a la Sección 3ª "Seguridad en el trabajo en las industrias de la Construcción y Obras Públicas" Subsección 2ª "Andamios en general". Se debe tener en cuenta que esta norma es derogada parcialmente por la Orden de 28 de diciembre de 1994 por la que, en aplicación de lo dispuesto en la disposición transitoria segunda del Estatuto de los Trabajadores, se prorroga la vigencia de determinadas Ordenanzas Laborales y Reglamentaciones de Trabajo.

No se admitirá el uso de andamios o escaleras de mano que no estén en normativa, y además, cumplan con la normativa en vigencia.

Respecto a las plataformas de descarga de materiales, sólo podrán usarse modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos auxiliares.

1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas.

Las medidas de prevención para el control y la reducción de riesgos derivados de la utilización de maquinaria y herramientas en el proceso de ejecución de la obra se exponen en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- ✓ Todas las máquinas y herramientas usadas en la obra dispondrán de manual de instrucciones, en el que figuren tanto los riesgos para los trabajadores como los procedimientos para su uso seguro.
- ✓ La maquinaria cumplirá el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.
- ✓ Está prohibida la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables.

Se exponen las medidas preventivas a seguir con el fin de evitar o reducir el efecto de los riesgos considerados más frecuentes en la ejecución de la obra.

1.6.1. Caídas al mismo nivel.

- ✓ La zona de trabajo se mantendrá ordenada, sin obstáculos, limpia y correctamente iluminada.
- ✓ Se señalarán y habilitará correctamente aquellas zonas destinadas al depósito de material.

1.6.2. Caídas a distinto nivel.

- ✓ En accesos con presencia de desniveles, se dispondrá de escaleras firmemente sujetas.
- ✓ Se emplearán barandillas y redes homologadas para proteger huecos horizontales y bordes de los forjados.
- ✓ Las protecciones de los huecos y de los desniveles deberán estar en buen estado para que cumplan correctamente su función.

1.6.3. Polvo y partículas.

- ✓ El riego de la zona evitará en gran parte la producción de polvo volátil.
- ✓ Las gafas de protección y mascarillas antipolvo serán usadas en actividades donde se genere polvo.

1.6.4. Ruido.

- ✓ Se estudiarán los niveles de ruido.
- ✓ Las máquinas dispondrán de aislamiento acústico.
- ✓ Se usarán los medios oportunos para eliminar o minimizar el ruido.

1.6.5. Esfuerzos.

- ✓ Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas, así como los sobreesfuerzos o aquellos esfuerzos de carácter repetitivo.
- ✓ Se transportará un peso adecuado de carga en caso de desplazamiento manual.
- ✓ Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

1.6.6. Incendios.

- ✓ No se fumará en presencia de materiales que puedan ocasionar un incendio fácilmente, ni en caso de existir riesgo de ello.

1.6.7. Intoxicación por emanaciones.

- ✓ Los locales y las zonas de trabajo tendrán ventilación suficiente.
- ✓ Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse.

Los riesgos cuya eliminación sea difícil son los que se producen por causas inesperadas. Aun así, pueden minimizarse usando protecciones, cumpliendo estrictamente la normativa en materia de seguridad y salud, y las normas de buena construcción.

1.7.1. Caída de objetos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Se instalarán marquesinas en los accesos.
- ✓ Será obligatorio mantener la zona de trabajo ordenada, libre de obstáculos, limpia y correctamente iluminada.
- ✓ Se evitará el depósito de materiales en los andamios.
- ✓ No se lanzarán objetos desde los andamios.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Casco de seguridad homologado.
- ✓ Guantes y botas de seguridad.
- ✓ Uso de bolsa portaherramientas.

1.7.2. Dermatitis.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ Se evitará la generación de polvo de cemento.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Guantes adecuados
- ✓ Ropa de trabajo adecuada.

1.7.3. Electrocutaciones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ La instalación eléctrica será revisada periódicamente.
- ✓ El tendido eléctrico se instalará en las fachadas verticales.
- ✓ Los alargadores portátiles dispondrán de mango con aislante eléctrico.
- ✓ La maquinaria portátil tendrá protección con doble aislamiento.
- ✓ Toda la maquinaria eléctrica tendrá toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Guantes dieléctricos.
- ✓ Calzado aislante.
- ✓ Banquetas aislantes.

1.7.4. Quemaduras.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ La zona de trabajo se mantendrá ordenada, libre de obstáculos, limpia e iluminada.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Guantes.
- ✓ Polainas.
- ✓ Mandiles de cuero.

1.7.5. Golpes y cortes en extremidades.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- ✓ La zona de trabajo se mantendrá ordenada, libre de obstáculos, limpia e iluminada.

Equipos de protección individual (EPI)

- ✓ Guantes.
- Botas de seguridad.

1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento.

1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas.

Los trabajos con riesgo de caída en altura, deberán estar equipados con andamios que cumplan las condiciones especificadas en normativa vigente.

Si los trabajos pueden afectar a la vía pública, se instalará una visera para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

1.8.2. Trabajos en instalaciones.

Los trabajos que incluyan a las instalaciones de fontanería, electricidad y gas, deberán ser realizados por personal cualificado en cada especialidad, con el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente de cada materia.

Antes de llevar a cabo algún trabajo en ascensores y montacargas, deberá ser elaborado un Plan de Seguridad por un técnico con competencias en la materia.

1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices.

La inhalación en estos tipos de trabajos puede ser tóxica. Por tanto deberá llevarse a cabo con ventilación suficiente y usando las protecciones adecuadas.

1.9. Trabajos que implican riesgos especiales.

En la obra objeto del presente EBSS se dan los riesgos especiales que aparecen en los puntos 1, 2 y 10 del Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

1.10. Medidas en caso de emergencia.

El contratista añadirá al plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo medidas en caso de primeros auxilios y designando a personal con formación, que se hará cargo de las mismas.

Los responsables de las medidas de emergencia pueden parar su actividad. Para ello, debe estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo necesite, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista.

Teniendo en cuenta las características de la obra y los riesgos detallados en el presente EBSS, cada contratista asignará la presencia de recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A este respecto, el contratista concretará los recursos preventivos asignados a la obra, que deberán tener los medios necesarios para confirmar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Se realizará una vigilancia que incluirá la medición de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de las actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina el requerimiento de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un cumplimiento mínimo de las acciones preventivas, las personas encargadas de ello harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las mismas, estando obligadas a poner en conocimiento del empresario tales circunstancias. De esta forma, éste adoptará las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

2. Normativa y legislación aplicables.

2.1. Y. Seguridad y salud.

- ✓ **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.** B.O.E.: 10 de noviembre de 1995.
- ✓ **Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.** B.O.E.: 31 de enero de 1997
- ✓ **Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.** B.O.E.: 23 de abril de 1997
- ✓ **Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.** B.O.E.: 23 de abril de 1997
- ✓ **Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.** B.O.E.: 24 de mayo de 1997
- ✓ **Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.** B.O.E.: 7 de agosto de 1997
- ✓ **Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.** B.O.E.: 25 de octubre de 1997

2.1.1. YC. Sistemas de protección colectiva.

2.1.1.1. YCU. Protección contra incendios.

- ✓ **Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.** B.O.E.: 2 de septiembre de 2015
- ✓ **Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.** B.O.E.: 5 de febrero de 2009
- ✓ **Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.** B.O.E.: 23 de abril de 1997

2.1.2. YI. Equipos de protección individual.

- ✓ **Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.** B.O.E.: 20 de junio de 2020
- ✓ **Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.** B.O.E.: 12 de junio de 1997

2.1.3. YM. Medicina preventiva y primeros auxilios.

2.1.3.1. YMM. Material médico.

- ✓ **Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social.** B.O.E.: 11 de octubre de 2007

2.1.4. YP. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar.

- ✓ **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.** B.O.E.: 28 de marzo de 2006
- ✓ **Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.** B.O.E.: 21 de febrero de 2003
- ✓ **Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.** B.O.E.: 18 de julio de 2003

- ✓ **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.** B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002
- ✓ **Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.** B.O.E.: 1 de abril de 2011

2.1.5. YS. Señalización provisional de obras.

2.1.5.1. YSB. Balizamiento.

- ✓ **Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.** B.O.E.: 18 de septiembre de 1987
- ✓ **Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.** B.O.E.: 23 de abril de 1997

2.1.5.2. YSH. Señalización horizontal.

- ✓ **Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.** B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.3. YSV. Señalización vertical.

- ✓ **Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.** B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.4. YSN. Señalización manual.

- ✓ **Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.** B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.5. YSS. Señalización de seguridad y salud

- ✓ **Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.** B.O.E.: 23 de abril de 1997

3. Pliego.

3.1. Pliego de cláusulas administrativas.

3.1.1. Disposiciones generales.

3.1.1.1. Objeto del Pliego de condiciones.

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego de Condiciones del Trabajo Fin de Grado, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones a cumplir por las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de Diseño de equipos de una almazara para la extracción del aceite de oliva en la localidad de Medina Sidonia (Cádiz)., situada en Rancho de Hinojo, ubicado en el término municipal de dicha localidad, según el Trabajo Fin de Grado redactado por José Manuel Reyes Guerrero. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido.

3.1.2. Disposiciones facultativas.

3.1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación.

Las atribuciones y las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son dispuestas por la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

Se establecen las garantías y responsabilidades del personal de la obra frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo en materia de seguridad y salud, por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

3.1.2.2. El Promotor.

Se trata de la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Es el responsable de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de

construcción, haciendo llegar copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el Promotor, imponiendo la necesidad de presentar cada Plan de Seguridad y Salud de manera previa al inicio de las obras.

El Promotor tendrá la consideración de Contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma, excepto en los casos estipulados en el Real Decreto 1627/1997.

3.1.2.3. El Proyectista.

Será el encargado de la redacción del proyecto, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa vigente.

Durante las fases del proyecto básico y de su ejecución, se ceñirá a los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación que se encuentre en vigencia.

3.1.2.4. El Contratista y Subcontratista.

El artículo 2 del Real Decreto 1627/1997 define al Contratista tal que así: Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

De la misma forma, define al Subcontratista la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El Contratista será el que comunique a la autoridad laboral indicada la apertura del centro de trabajo en el que se incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se hace referencia en el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

El Contratista adoptará todas las medidas preventivas en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que se establezcan en la normativa vigente, redactando el Plan de Seguridad y ciñéndose al máximo a lo establecido en el EBSS. Para ello, deberá de disponer de todos los medios necesarios y dotar al personal de la obra del equipamiento indicado,

asumiendo las órdenes del coordinador de seguridad y de salud en el proceso de realización de la obra.

El Contratista vigilará el cumplimiento de las normas de seguridad de manera continua, Podrá relevar a todos aquellos trabajadores que pudieran mermar las condiciones básicas de seguridad, debido a no permanecer en las condiciones adecuadas.

El Contratista hará llegar la información al coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, donde se disponga la estructura de organización de la compañía, indicando sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con la misión de garantizar una correcta acción de prevención de riesgos de la obra.

Las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas relacionadas con la seguridad y la salud, son destacables en el artículo 11 "Obligaciones de los contratistas y subcontratistas" del Real Decreto 1627/1997.

3.1.2.5. La Dirección Facultativa.

Se define en el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, la Dirección Facultativa como: el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra

3.1.2.6. Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto.

Se trata del técnico encargado de coordinar, durante la ejecución de la obra, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

3.1.2.7. Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el Promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

3.1.2.8. Trabajadores Autónomos.

Se trata de la persona, distinta al contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin estar sujeto a un contrato de trabajo y que acepta el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

En caso de que el trabajador autónomo emplee a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Los trabajadores autónomos están obligados a cumplir lo dispuesto en el plan de seguridad y salud.

3.1.2.9. Trabajadores por cuenta ajena.

Los contratistas y subcontratistas deberán asegurarse de que los trabajadores hayan sido informados adecuadamente de todas las medidas a adoptar relacionadas con seguridad y salud en la obra.

El contratista hará llegar a los representantes de los trabajadores una copia del plan de seguridad y salud, e informará sus posibles modificaciones.

3.1.2.10. Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción.

Los fabricantes, importadores y suministradores deberán aportar la información que explique el modo correcto de empleo, las medidas preventivas a tener en cuenta y los riesgos laborales derivados de su uso normal o inadecuado.

3.1.2.11. Recursos preventivos.

Con la finalidad de realizar las labores preventivas, según se dispone en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales; la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales; y en el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el empresario designará para la obra los recursos preventivos, que podrán ser:

- ✓ Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- ✓ Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- ✓ Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

3.1.3. Formación en Seguridad.

Para que todo el personal tenga formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa los formará para la prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones a disposición. Dicha formación irá desde la directiva hasta los trabajadores no cualificados.

3.1.4. Reconocimientos médicos.

El control del estado de salud de los trabajadores es tarea de la empresa contratista, y varía en función de los riesgos existentes según trabajo asignado y en los casos dispuestos en la normativa vigente.

Dicho control será voluntario, salvo cuando la elaboración de los reconocimientos sea vital para valorar los efectos de las condiciones laborales sobre su salud, o para cerciorarse de que su estado de salud no es un peligro para los demás o para él.

3.1.5. Salud e higiene en el trabajo.

3.1.5.1. Primeros auxilios.

El empresario nombrará al personal responsable de la adopción de las medidas en caso de accidente, con la finalidad de garantizar la prestación de los primeros auxilios.

Como se redacta en apartados anteriores, se dispondrá de un botiquín destinado a primeros auxilios.

El Contratista instalará rótulos con la información para establecer contacto inminente con el centro de asistencia sanitaria más cercano.

3.1.5.2. Actuación en caso de accidente.

En caso de accidente solo se llevarán a cabo medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, con la finalidad de que el accidentado sea trasladado rápidamente y sin correr ningún tipo de peligro. Nunca se le moverá, salvo en ocasiones en que sea vital para su integridad física.

Se verificarán sus signos vitales, se le intentará calmar, y se le cubrirá con una manta para así intentar mantener su temperatura corporal.

No se le ofrecerá agua, bebidas o medicamentos y, en caso de hemorragia, se tapanán las heridas con gasas higienizadas.

El empresario hará saber sobre el accidente a la autoridad laboral, según el procedimiento reglamentario.

3.1.6. Documentación de obra.

3.1.6.1. Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Es el documento redactado por el técnico que designa el Promotor, en el que se disponen las normas de seguridad y salud que pueden ser aplicadas, incluyendo la identificación de los riesgos evitables, indicando las medidas necesarias para evitarlos.

Se añaden además al mismo, las previsiones e informaciones útiles para realizar los trabajos.

3.1.6.2. Plan de seguridad y salud.

Para aplicar el EBSS, cada Contratista confeccionará el plan de seguridad y salud correspondiente. En él, se incluirán, en su caso, las medidas alternativas de prevención propuestas por el Contratista con su justificación técnica.

El coordinador de seguridad y salud que esté durante la ejecución de la obra deberá aprobar el plan de seguridad y salud antes de darse el comienzo de la obra.

El plan de seguridad y salud puede verse modificado por el Contratista según el proceso de ejecución de la obra, de su evolución y de las posibles incidencias que puedan surgir.

El plan de seguridad y salud estará a completa disposición del personal de la obra y de la Dirección Facultativa.

3.1.6.3. Libro de incidencias.

En cada centro de trabajo habrá un libro de incidencias compuesto de hojas por duplicado, habilitado para el control y seguimiento del plan de seguridad y salud. Siendo este facilitado por el colegio profesional lo apruebe o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente.

Pueden tener acceso a él la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá hacer llegar al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, las anotaciones que se gana en él.

3.1.6.4. Libro de órdenes y asistencias.

Habrà un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reflejarà las incidencias, órdenes y asistencias que se den durante la obra.

3.1.6.5. Libro de visitas.

El libro de visitas deberá ubicarse en la obra, siempre a disposición de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

El primer libro de visitas lo habilitará el Jefe de la Inspección de la provincia en que se ubique la obra. Para habilitar los próximos, será requisito indispensable presentar el anterior. En caso de pérdida o destrucción, el representante legal de la empresa deberá redactar una justificación. Una vez acabado un libro, se conservará 5 años, contados a partir de la última diligencia.

3.1.6.6. Libro de subcontratación.

Permanecerà en todo momento en la obra, incluyendo cronológicamente ordenado desde el inicio de los trabajos, todas las subcontrataciones llevadas a cabo.

Éste cumplirá las disposiciones que aparecen en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, particularmente el artículo 15 "Contenido del Libro de Subcontratación" y el artículo 16 "Obligaciones y derechos relativos al Libro de Subcontratación".

3.1.7. Disposiciones Económicas.

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el Pliego de Condiciones del presente Trabajo Fin de Grado

3.2. Pliego de condiciones técnicas particulares.

3.2.1. Medios de protección colectiva.

Los medios de protección colectiva se repartirán según el plan de seguridad y salud antes de comenzar el trabajo.

Se remesarán siempre que no estén en buen estado para su uso, cuando finalice su vida útil, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas.

Se realizará mantenimiento cada semana por el Delegado de Prevención.

3.2.2. Medios de protección individual.

Deberán tener marcado CE, ser ergonómicos y no deberán causar molestias innecesarias.

El suministro se hará junto con la información necesaria: instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido.

El empresario es el encargado de suministrarlos y se repondrán cuando estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitudes límite.

3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort.

Las instalaciones provisionales de salud y confort dispondrán de una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados en colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El Contratista dispondrá de las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias, con agua corriente fría y caliente y con complementos de higiene personal.